Graziella do Couto Ribeiro

Avaliação morfológica, taxonômica e cronológica dos mamíferos fósseis da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Estado de São Paulo, Brasil

Morphological, taxonomic and chronological evaluation of fossil mammals from the Tremembé Formation (Taubaté Basin), São Paulo State, Brazil

São Paulo
2010

Graziella do Couto Ribeiro

Avaliação morfológica, taxonômica e cronológica dos mamíferos fósseis da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Estado de São Paulo, Brasil

Morphological, taxonomic and chronological evaluation of fossil mammals from the Tremembé Formation (Taubaté Basin), São Paulo State, Brazil

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para obtenção de Título de Mestre em Ciências, na área de Zoologia.

Orientadora: Profa. Dra. Elizabeth Höfling

São Paulo
2010

Ficha Catalográfica

Couto-Ribeiro, Graziella
Avaliação morfológica, taxonômica e cronológica dos mamíferos fósseis da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Estado de São Paulo, Brasil

112p.

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia.

1. Bacia de Taubaté 2. Formação Tremembé 3. Mamíferos fósseis I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Zoologia.

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Profa. Dra. Elizabeth Höfling

Orientadora

Dedicatória

Aos meus pais e ao

meu grande companheiro Walace

A “caça” do fóssil é o mais fascinante dos desportos.

Apresenta algum perigo, suficiente para lhe dar interesse e provavelmente tanto como a caça grossa praticada por armas modernas; o perigo, no entanto, ameaça só o caçador.

Apresenta incerteza, emoção e todos os sentimentos de um jogo, sem nenhum dos seus vícios. O caçador nunca sabe o que é que vai trazer em seu bornal, talvez nada, talvez uma criatura nunca antes vista perante olhos humanos.

Requer saber, habilidade e uma certa resistência.
E os seus resultados são muito mais importantes, mais úteis e mais duradouros do que nenhum outro desporto!

O caçador de fósseis não os mata: ressuscita-os.

E o resultado desse desporto é acrescentado à soma dos prazeres humanos e aos tesouros do conhecimento da Humanidade.

George Gaylord Simpson (1902-1984)

Agradecimentos

À minha orientadora, Profa. Dra. Elizabeth Höfling, meus agradecimentos mais que especiais, pela paciência, orientação, amizade e total atenção a mim dispensadas nestes anos. Muito obrigada pela hospitalidade com que me recebeu em sua casa, bem como pelo auxílio, sugestões e correções que foram fundamentais para a realização e conclusão deste trabalho.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida por intermédio do curso de Pós-Graduação, área de Zoologia, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e à CAPES-Proap pela assistência financeira com a impressão. Tal apoio foi essencial para que este trabalho pudesse ser realizado e concretizado.

Ao Dr. Herculano Alvarenga, um exemplo profissional e pessoal a ser seguido, pelas oportunidades oferecidas, pela amizade, confiança, auxílio, correções e orientações. Admiro a paixão do Dr. Herculano à Ciência e sua extrema dedicação ao Museu de História Natural de Taubaté, sendo seu esforço tão intenso que contagia muitos a sua volta. Acredito na completa realização deste museu, pois tenho seu sonho também como meu. Muito obrigada!

Aos administradores e funcionários das Empresas de Mineração "Mineradora Aligra Indústria e Comércio de Argila Ltda." e "Sociedade Extrativa Santa Fé Ltda." pela colaboração mantida com o Museu de História Natural de Taubaté, sempre permitindo nossas visitas ao afloramento e por nos auxiliarem na coleta dos fósseis.

Aos coordenadores do curso de pós-graduação em Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Prof. Dr. Antônio Carlos Marques pelo excelente trabalho realizado, e Prof. Dr. Marcelo Rodrigues de Carvalho.

Aos professores das disciplinas de pós-graduação da Universidade de São Paulo pela contribuição em minha formação profissional: Dra. Elizabeth Höfling, Dr. Luís Fábio Silveira, Dr. Mario de Vivo, Dr. Pedro Gnaspini Neto, Dra. Renata Pardini, Dr. Renato Gaban-Lima e Dr. Ricardo Pinto da Rocha.

Aos curadores e responsáveis pelas coleções, que disponibilizaram o material necessário para a realização dessa dissertação e que me receberam com grande atenção: Dr. Alejandro Kramarz e sua aluna Laura do Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (MACN); Dr. Marcelo Reguero e seu aluno Lucas do Museo de La Plata (MLP); Dr. Herculano Alvarenga do Museu de História Natural de Taubaté (MHNT); Dra. Deise Dias Rêgo Henriques, Dr. Sérgio Alex Kugland de Azevedo, Dra. Luciana Barbosa de Carvalho e sua aluna Roberta do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MN); Dr. Mario de Vivo e sua aluna Juliana do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP); Dr. Fernando Cilento Fittipaldi, Dr. William Sallun Filho e Dra. Maria da Saudade Araújo Santos Maranhão do Instituto Geológico de São Paulo (IG).

Ao técnico argentino, Pablo Puerta (Museo Egídio Feruglio, Argentina) e às pesquisadoras Dra. Analía Forasiepi (Museo de Historia Natural de San Rafael, Argentina) e Dra. Christine Argot (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris) por enviarem fotografias e referências que me foram de grande utilidade para a realização desta dissertação.

Aos pesquisadores Dr. Francisco Goin (Museo de La Plata, Argentina), Dr. Alejandro Kramarz (Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Argentina), por me orientarem a respeito de vários temas abordados neste estudo, assim como a Dra. Lílian Bergqvist (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil) pelos mesmos motivos, bem como pelos dias de estadia em sua casa no Rio de Janeiro.

Ao Dr. Peter Mann de Toledo (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil) e ao Dr. Peter Gibbs (University of St. Andrews, Escócia) por, atenciosamente, auxiliarem com a elaboração do *Abstract*.

Aos amigos do Museu de História Natural de Taubaté (MHNT) agradeço pelos momentos de convivência e pelas interessantes e, muitas vezes polêmicas, discussões a respeito de História Natural: Diana da Silva Ribeiro, Ricardo Mendonça, Rafael Migotto, Ana Carolina de Souza Passos da Silva, Fernanda Porcari Molena, Thiago Rodrigues Alves, Fernando Procorro Barros de Souza, Liliane Fernanda da Silva e Leila Diniz Abílio de Carvalho. Agradeço também às amigas Marília Alvarenga, Maria de Fátima Godoy Valério, Joana Alexandra de Moura Pereira e ao amigo Alex Juliano dos Santos Pereira pelo auxílio com a confecção e edição de algumas imagens exibidas neste trabalho.

Agradeço, especialmente, à Diana da Silva Ribeiro que durante todos estes anos de convivência mostrou-se uma grande amiga, uma confidente, uma pessoa especial que compartilhou comigo, em importantes momentos de minha vida, sua serenidade.

Ao amigo Jackson Coutinho que sempre torceu por mim, à pesquisadora Caroline Cotrim Aires do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo pelo auxílio com os Chiroptera e ao paleoartista Ariel Martini pela elaboração dos desenhos das reconstituições.

A minha família pelo apoio, incentivo e por compreender as minhas várias ausências nas festinhas familiares: Naide do Couto, Antônio Waldir Ribeiro, Andréia do Couto Assis, Luiz Henrique de Toledo, Thamires do Couto Toledo, Thiago Henrique do Couto Toledo e Laiza Cristina do Couto Boaris. Em especial, agradeço aos meus pais que sempre fizeram o possível para me ver feliz. Por último, não menos importante, ao meu esposo Walace, pela confiança, compreensão, carinho e incentivos depositados em mim nesses maravilhosos anos que temos percorrido juntos.

A todos os demais que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desse trabalho.

Índice

1. INTRODUÇÃO

1.1. Histórico sobre a Geologia e a Paleontologia da Bacia de Taubaté

Uma faixa longa e estreita com cerca de 800 km de extensão, entre as cidades de Curitiba (PR) e Barra de São João (RJ), conhecida como *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), engloba importantes bacias sedimentares de idade cenozóica. Nesta faixa situam-se cinco bacias principais (Curitiba, São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda) e outras mais reduzidas (Itaboraí e Barra de São João), além das depressões de Sete Barras e Guanabara que também parecem estar relacionadas a esta feição (Riccomini *et al*., 1991a).

A Bacia Sedimentar de Taubaté está situada no leste paulista, estende-se desde Cachoeira Paulista até Jacareí com comprimento de cerca de 150 km no sentido NE-SW e 10 a 20 km de largura, atingindo 25 km entre Tremembé e Pindamonhangaba (Brito, 1979) (Fig.1). Apesar de se conhecer apenas os 200 metros superiores, dados geofísicos sugerem que a espessura dos sedimentos deve ultrapassar os 700 metros (Saad, 1992). Seus aspectos sedimentológicos, estratigráficos e geomorfológicos têm sido objeto de estudo desde a sua descoberta, no século XIX, com as primeiras descrições realizadas por Pissis (1842). Seus sedimentos compostos por folhelhos pirobetuminosos, cobertos por arenitos argilosos, preenchem parcialmente a fossa tectônica do Vale do rio Paraíba, que se encontra ladeada pela Serra da Mantiqueira e pela Serra do Mar. Este *graben* por onde corre o rio Paraíba, provavelmente, originou-se por um sistema de falhas normais que afetaram as rochas proterozóicas durante o Terciário (Leinz & Amaral, 1989) (Fig.2).

Somente a partir dos trabalhos de Derby (1895), com a elaboração de um mapeamento mais detalhado, é que a Bacia de Taubaté passa a ser melhor conhecida. Muitos foram os trabalhos que descreveram aspectos gerais de sedimentação, relação de idade entre os sedimentos e interpretações paleogeográficas. Washburne (1930) e Moraes-Rego (1933) foram os primeiros a sugerir a existência de pacotes sedimentares distintos compondo a Bacia de Taubaté, suposição corroborada, posteriormente, por Setzer (1955), Almeida (1955), Suguio (1969) e Carneiro *et al*. (1976), que identificaram claramente as diferenças litológicas entre as camadas.
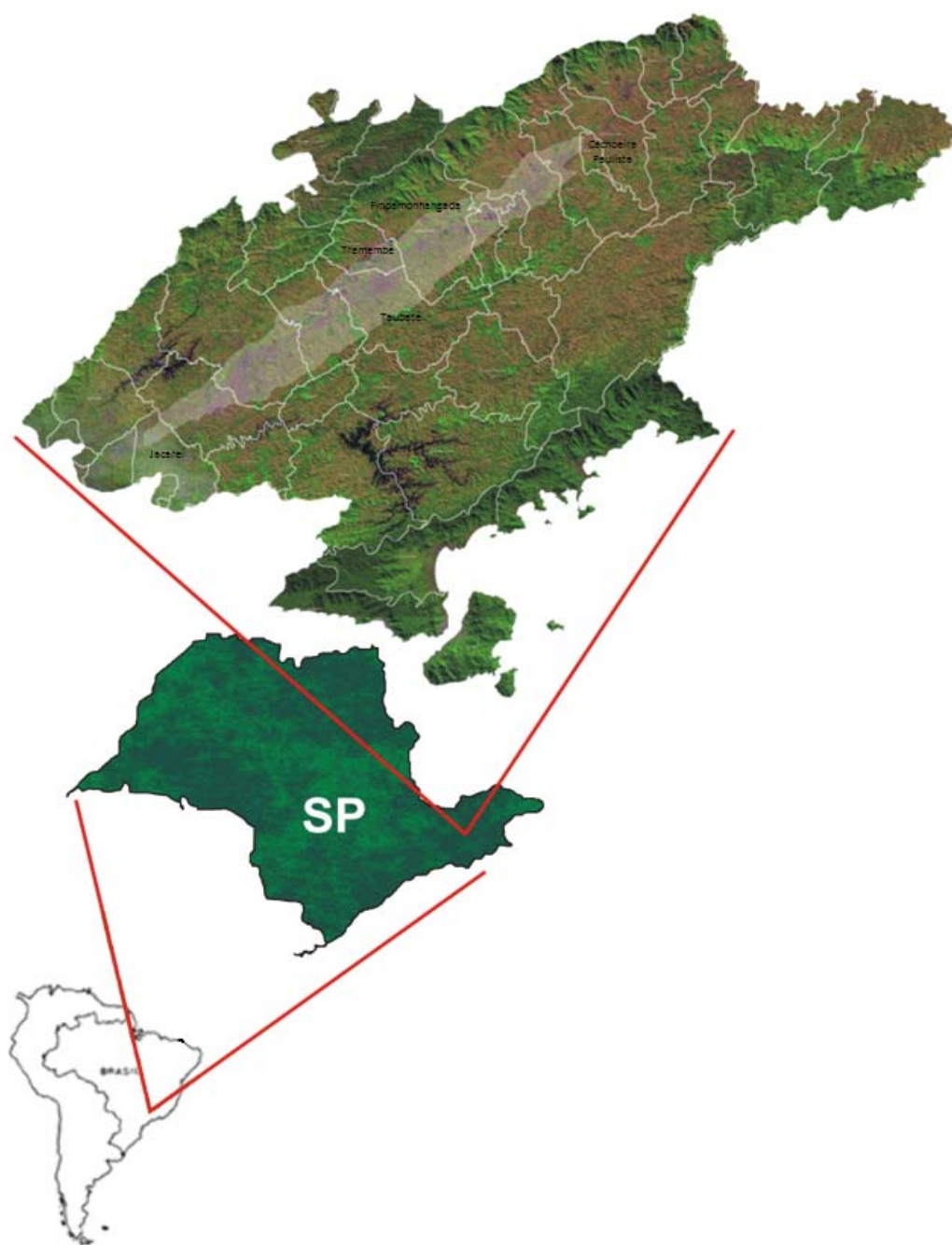
Fig.1. Localização geográfica da Bacia de Taubaté.

Hoje, são reconhecidas para a Bacia de Taubaté três unidades estratigráficas, sendo um sistema de leques aluviais associados à planície aluvial de rios entrelaçados (*braided*), basal e lateral na Bacia (Formação Resende), um sistema *playa-lake* marcado por sedimentos predominantemente pelíticos, compostos por folhelhos pirobetuminosos com intercalações de areia e bolsões de argilas esverdeadas (Formação Tremembé) e um sistema fluvial meandrante (Formação Pindamonhangaba) (Riccomini, 1989; Riccomini *et al*., 1991b).

A Formação (Fm.) Resende é uma unidade constituída por sedimentos eocenozóicos, contendo depósitos rudáceos formados de brechas e conglomerados e depósitos de material mais fino, constituídos, na maioria das vezes, por bancos que apresentam estratificação gradacional (de conglomerados a siltes argilosos) (Melo *et al*., 1985). Foram registrados palinomorfos para estes sedimentos, porém a paleofauna ainda é desconhecida. Até o momento, o único registro de atividade biológica são as raras bioturbações presentes nos lamitos (Riccomini *et al*., 1991a). Esta formação é basal e apresenta-se interdigitada com a Formação Tremembé.

Os depósitos sedimentares da Fm. Tremembé são de origem lacustre e constituídos por folhelhos escuros, bem laminados, papiráceos, betuminosos e piritosos, indicando uma fase úmida de rica precipitação pluvial, alternando-se diversas vezes na coluna geológica com argilas montmoriloníticas esverdeadas e maciças, que sugerem fácies de clima semi-árido (Paula Couto & Mezzalira, 1971; Riccomini *et al*., 1987) (Fig.3). Esta formação encontra-se recoberta pela Formação Pindamonhangaba.

A Fm. Pindamonhangaba, de idade neocenozóica, corresponde aos depósitos de sistema fluvial meandrante, bem desenvolvidos na porção central da Bacia de Taubaté (região de Caçapava-Pindamonhangaba). Os sedimentos desta Formação apresentam impressões de folhas e pequenos caules (Melo *et al.*, 1985), seu conteúdo fitofossilífero é composto pelas famílias: Equisetaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Sapindaceae, Anacardiaceae, Sapotaceae, Symplocaceae, Styracaceae e Rubiaceae (Tufano *et al*., 2009). Para a paleofauna, até a presente data, há somente um registro de Vicalvi (1982) de peixes characídeos atribuídos aos gêneros *Brycon* e *Triportheus*.
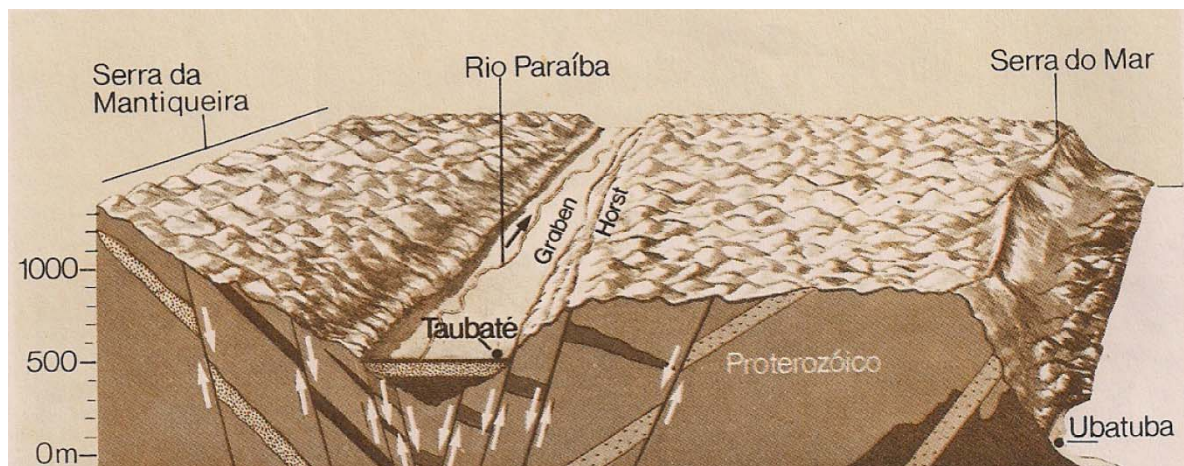
Fig.2. Representação do *graben* formado entre as Serras da Mantiqueira e do Mar. Retirado de Leinz & Amaral (1989).

Fig.3. Frente de exploração da Extrativa Santa Fé, em 2005. É possível observar na Fm. Tremembé os diferentes níveis de folhelhos (em azul), tendo na base a camada de argila esverdeada (em vermelho). Foto: H. Alvarenga.

1.2. Formação Tremembé

A Fm. Tremembé é rica em fósseis, tanto em quantidade como em diversidade. Seus principais afloramentos estão localizados nas cidades de Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba nas quais são explorados comercialmente para obtenção de argila montmorilonítica. Alguns dos fósseis conhecidos para a Fm. Tremembé foram coletados em uma localidade pertencente à Mineradora Aligra Indústria e Comércio de Argila Ltda., localizada em Taubaté, SP, bem como em uma antiga área de propriedade da Empresa Petrobrás, conhecida como Mina Nossa Senhora da Guia (hoje desativada), localizada em Tremembé, SP. Porém, a grande maioria dos fósseis conhecidos para esta Formação procede de uma área pertencente à Sociedade Extrativa Santa Fé Ltda. (Fazenda Santa Fé). Esta jazida encontra-se localizada no município de Tremembé, bairro do Padre Eterno, cerca de 13 km ao norte da cidade de Taubaté.

1.2.1. Vegetais fósseis e invertebrados fósseis da Formação Tremembé

Devido, principalmente, aos estudos palinológicos realizados por Wickert (1974) e Lima *et al*. (1985), muitos esporos e polens foram identificados para a Fm. Tremembé. Macrofósseis vegetais (restos de troncos, folhas e sementes) também constituem sua paleoflora. Fitofósseis de algas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas são conhecidos para esta Formação, sendo registradas as seguintes famílias: Nymphaeaceae, Lauraceae, Typhaceae, Phytolaccaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Malvaceae, Anacardiaceae, Loganiaceae, Apocynaceae, Nelumbonaceae e Sapindaceae.

Tufano *et al*. (2009), com base nestes táxons acima descritos, realizaram uma reconstituição paisagística ao redor do paleolago, constituída por plantas flutuantes sobre as águas lênticas, tendo nas encostas uma vegetação de floresta ombrófila densa montana e em maiores altitudes uma floresta ombrófila mista.

Entre os invertebrados foram descritos esponjas, crustáceos (Decapoda, Isopoda e Ostracoda), insetos e moluscos (Ferreira, 1974; Wickert, 1974; Martins-Neto, 1989, 1997a, 1997b, 1998a, 1998b, 1998c, 1999, 2001; Martins-Neto & Mezzalira, 1991; Martins-Neto *et al.,* 1992a, 1992b, 1993) (Tabela 1). Também existem registros de

icnofósseis, tais como coprólitos diversos e rastros (impressões) atribuídos a anelídeos (Castro *et al.*, 1988; Bergqvist & Ribeiro, 1998).

Tabela 1. Paleofauna de invertebrados da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP.

PORIFERA

PORIFERA
Porifera indet.

MOLLUSCA

GASTROPODA
Lymnaeidae
Lymnaea sp.
Planorbidae
Biomphalaria sp.

CRUSTACEA

Podocopidae indet.
Tremembeglypta saadi Galego & Mesquita, 2000
Propalaemon longispinata Martins-Neto & Mezzalira, 1991
Pseudocaridinella tremembeensis (Beurlen, 1950)
Caridea
Bechleja robusta Martins-Neto & Mezzalira, 1991

ISOPODA
Palaega tremembeensis Martins-Neto, 2001

INSECTA

LEPIDOPTERA
Pyralididae
Petisca dryellina Martins-Neto, 1998
Cossidae
Kleopathra noctodiva Martins-Neto, 1998
Kleopathra nemogypsia Martins-Neto, 1998
Noctuidae
Philodarchia cigana Martins-Neto, 1998
Nymphalidae
Archaeolycorea ferrerai Martins-Neto, 1989
Archaeolycorea sp.
Neorinella garciae Martins-Neto, Kucera-Santos, Vieira & Fragoso, 1993
Nepticulidae
Nepticula? almeidae Martins-Neto, 1989
Phyllonoryctes? oliveirae Martins-Neto, 1989

HEMIPTERA
Pentatomidae
Taubatecoris quadratiformis Martins-Neto, 1997
Hebridae
Palaeohebrus tremembeensis Martins-Neto, 1997
Corixidae
Taubarixa macrocelata Martins-Neto, 1998
Tauborixella santosae (Martins-Neto, 1989)
Tauborixiellopsis breviclavata Martins-Neto, 1998
Cicadelidae
Taubocicadellina breviptera Martins-Neto, 1998
Tremembellina microcelata Martins-Neto, 1998
Trulaxia primula Martins-Neto, 1998
Aetalionidae
Tremembaetalion minutum Martins-Neto, 1998

DIPTERA
Hybotidae
Archaeodrapetiops nefera Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992
Archaeodrapetiops mezzalirai Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992
Archaeodrapetiops transversa Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992
Archaeodrapetiops? elongata Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992
Tremembella gracilis Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992
Eternia papaveroi Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992
Tabanidae
Tabanus? tremembeensis Martins-Neto, 1997
Empididae
Taubatempis trompetilia Martins-Neto, 1999
Taubatempis gracilis Martins-Neto, 1999
Taubatempis elongata Martins-Neto, 1999
Tipulidae
Tipula? tremembeensis Martins-Neto, 1999
Helius? oligocenicus Martins-Neto, 1999
Diastatidae
Prodiastatinops pulchra Martins-Neto, 1999
Mycetophilidae
Taubatemya oligocaenica Martins-Neto, 1999
Sackenia? elongata Martins-Neto, 1999
Chironomidae
Chironomidae indet.

HOMOPTERA
Aetalionidae
Tremembaetalion minutum Martins-Neto, 1998

TRICHOPTERA
Limnephilidae
Indusia suguioi Martins-Neto, 1989

HYMENOPTERA
Tenthredinidae
Tenthredinidae indet. (Martins-Neto, 1989)
Ichneumonidae
Taubatehymen minuta Martins-Neto, 1998
Paratilgidops praecursora Martins-Neto, 1998

ORTHOPTERA
Blattidae
Blattidae indet. (Martins-Neto, 1989)

COLEOPTERA
Carabaeidae
Tremembecarabus rotundus Martins-Neto, 1998
Hydrophilidae
Hydrophilidae indet. (Martins-Neto, 1998)
Curculionidae
Curculioninae indet. (Martins-Neto, 1998)
Psephenidae
Psephenella ferreirai Martins-Neto, 1998
Meloidae
Microbasis longinota Martins-Neto, 1998

1.2.2. Paleoclima da Formação Tremembé

Utilizando, principalmente, os registros paleobotânicos, vários autores fizeram inferências paleoclimáticas à Fm. Tremembé. Lima *et al*. (1985), com base na abundância de polens de coníferas, sugerem que o clima deveria ter sido frio e seco. Já Duarte & Mandarim-de-Lacerda (1989a, 1989b, 1992) descrevem espécies vegetais típicas de clima tropical/subtropical. Porém, os resultados obtidos por Yamamoto (1995), com base em palinomorfos, indicam um clima de subtropical a temperado quente. Já a contribuição do conhecimento de vertebrados para a paleoclimatologia da Fm. Tremembé é dada por Chiappe (1988) quando descreve um Alligatoridae para esta Formação e relaciona a presença de crocodilianos de pequeno porte a baixas temperaturas. Entretanto, hoje são conhecidos restos fósseis de crocodilianos de tamanho maior àqueles originalmente descritos, o que indica que indivíduos de maior porte habitavam a região e esta relação tamanho corpóreo/baixa temperatura deve ser reinterpretada.

Considerando a reconstituição paisagística de Tufano *et al*. (2009), que indica uma vegetação diferenciada ao longo da estrutura ambiental, pode-se inferir que o fator climático acompanha estas diferentes feições da vegetação, como proposto por Melo (2007) ao sugerir que os elementos característicos de clima frio estão relacionados às áreas montanhosas (de onde viria a grande quantidade de pólen de coníferas) e os elementos que indicam uma vegetação tropical/subtropical devem estar associados aos locais mais abertos e de menor altitude (margem do lago).

Além disso, diferentes condições paleoclimáticas devem ter se sucedido neste tempo. Paula Couto & Mezzalira (1971) sugerem que as condições ambientais, nas quais se formaram os folhelhos, deveriam ter permanecido por períodos mais longos do que aquelas que permitiram a formação das argilas e tais depósitos equivalem a fácies climáticas da mesma Formação.

1.2.3. Idade geológica inferida para a Formação Tremembé

As unidades baseadas em mamíferos continentais, conhecidas como SALMA (*South American Land Mammals Age*), indicadoras da Idade-Mamífero-Terrestre na América do Sul, possuem a grande maioria das suas localidades tipo na Patagônia (Fig.4). Os nomes adotados provêem de sítios paleontológicos (principalmente argentinos) que são tidos como modelos, principalmente, pela abundância em

(M.a.) PERÍODO ÉPOCA SALMA: IDADE MAMÍFERO TERRESTRE SUL-AMERICANA

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65

QUATERNÁRIO
TERCIÁRIO

PLEISTOCENO
PLIOCENO
MIOCENO
OLIGOCENO
EOCENO
PALEOCENO

LUJANENSE
ENSENADENSE
UQUIENSE
CHAPADMALALENSE
MONTEHERMOSENSE
HUAYQUERIENSE
CHASICOENSE
FRIASENSE
SANTACRUZENSE
COLHUEHUAPIENSE
HIATO
DESEADENSE
TINGUIRIRIQUENSE
DIVISADERENSE
HIATO
MUSTERSENSE
CASAMAIORENSE
RIOCHIQUENSE
ITABORAIENSE
TIUPAMPENSE

Fig.4. Cronologia das Idades-Mamíferos-Terrestres da América do Sul. Modificado de Marshall (1985), Billet *et al*. (2009a, 2009b).

documentação fóssil e sequenciamento cronológico, definindo as idades para o Paleógeno (Paleoceno ao Oligoceno) e Neógeno (Mioceno ao Pleistoceno) da América do Sul. Porém, agregam-se importantes seções de referência para Bolívia, Chile, Colômbia e Brasil, que permitem complementar melhor o conhecimento no âmbito continental em certos fragmentos da escala temporal do Cenozóico (Ubilla, 2004).

As seções tipo obtêm datações absolutas, geralmente, por meio de métodos que utilizam dados isotópicos, radimétricos e paleomagnetoestratigráficos (Marshall & Pascual, 1978; Macfadden *et al*., 1985; Marshall *et al*., 1986a, 1986b; Naser *et al*., 1987). Estes métodos não podem ser aplicados aos sedimentos da Formação Tremembé, devido principalmente à ausência de elementos essenciais para a realização deste tipo de análise. Portanto, um método bastante utilizado para inferir datação a estes sedimentos é a comparação da fauna presente na Fm. Tremembé com outras paleofaunas conhecidas. Os mamíferos encontrados nas argilas destes sedimentos são característicos do Terciário da América do Sul. Pertencem às mesmas ordens e famílias encontradas em depósitos oligomiocênicos da Argentina, da Bolívia, da Colômbia, do Peru e do Uruguai.

Inicialmente, os depósitos da Fm. Tremembé foram identificados como pliocênicos (Silva Santos, 1950), pleistocênicos (Silva Santos, 1970) ou abrangendo desde o Cretáceo até o Holoceno (Brito, 1979). Entretanto, Paula-Couto & Mezzalira (1971), com base em fósseis de mamíferos notoungulados, atribuíram-na ao Oligoceno Inferior, sendo que esta hipótese foi corroborada por Lima *et al*. (1985) por meio de análises palinológicas. As controvérsias continuaram em um trabalho publicado por Soria & Alvarenga (1989), onde os autores consideram que esta Formação é de idade Deseadense Superior, chegando à conclusão que a Fm. Tremembé apresenta uma composição própria, com táxons autóctones. Por outro lado, observando as aves fósseis Alvarenga *et al*. (2007) levantam a hipótese de essa Formação ser do Mioceno Inferior.

Várias localidades de faunas deseadenses são conhecidas para a Argentina, entretanto a fauna deseadense tipo é a de La Flecha, apesar de Cabeza Blanca ter a fauna deseadense melhor conhecida, com uma grande diversidade de espécies. A idade-mamífero-terrestre Deseadense foi considerada durante um prolongado tempo como Oligoceno Inferior (Patterson & Pascual, 1968) e, posteriormente, com a obtenção de idades radiométricas para as seções tipo, alguns autores estenderam-na para o Oligoceno Superior e outros a colocaram entre o Oligoceno Superior e Mioceno Inferior (Fig.5) (Marshall *et al*., 1983, 1985, 1986a; Lindenau, 2005; Billet *et al*., 2009a, 2009b).

Este histórico mostra que a idade destes sedimentos ainda é incerta, mas provavelmente deve oscilar entre Oligoceno Superior e Mioceno Inferior. Esta unidade representa um momento muito singular para a fauna sul-americana de mamíferos, pois é durante tal tempo que ocorre uma grande mudança climática no planeta, com a queda drástica da temperatura global e do nível do mar (Pascual, 1984).
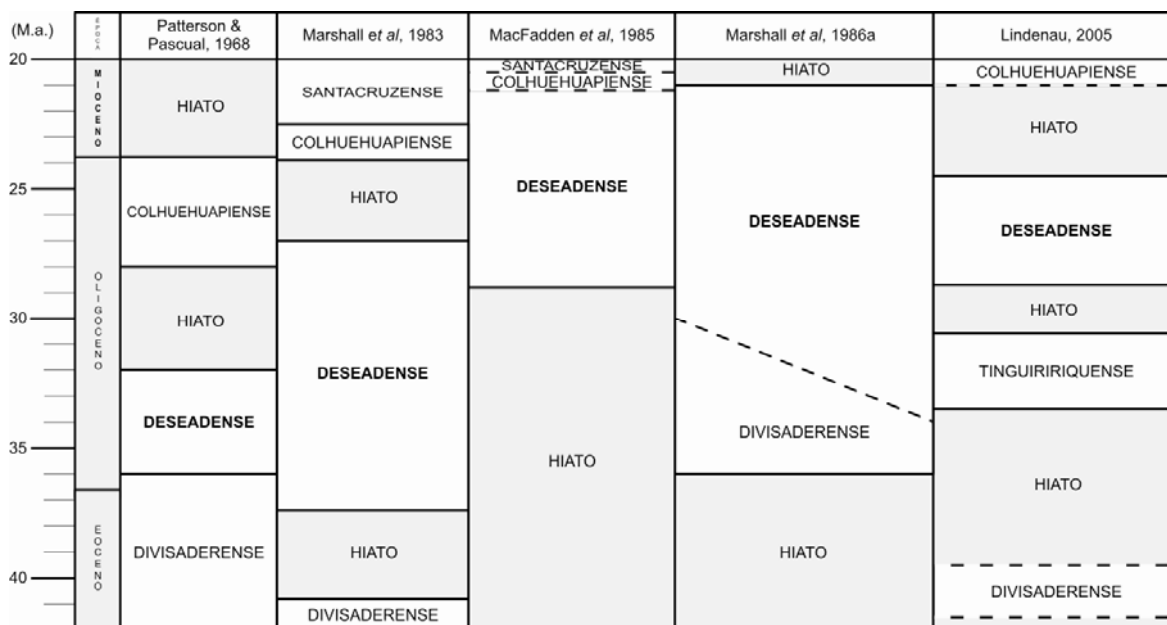
Fig.5. Diferentes interpretações cronológicas para a idade-mamífero-terrestre Deseadense.

1.2.4. Vertebrados fósseis da Formação Tremembé

Dentre os vertebrados, os peixes são os fósseis mais abundantes e, em sua grande maioria, procedentes de diversos níveis dos folhelhos pirobetuminosos; para a paleoictiofauna da Fm. Tremembé foram descritos representantes das ordens Characiformes, Siluriformes e Perciformes (Woodward, 1898; Travassos & Silva Santos, 1955; Malabarba, 1998; Figueiredo & Costa-Carvalho, 1999; Malabarba, 2000; Malabarba & Lundberg, 2007) (Tabela 2). Os demais vertebrados encontram-se, predominantemente, nas argilas montmoriloníticas. Assim, são conhecidos anfíbios, tartarugas, serpentes e jacarés (Chiappe, 1988; Kischlat, 1993; Capilla, 1994; Riff & Bergqvist, 1999) e, entre as aves, são conhecidos representantes de famílias extintas como Phorusrhacidae, Quercymegapodiidae, Palaeolodidae, Teratornithidae e famílias atuais como Vulturidae e Anhimidae (Alvarenga, 1982, 1985, 1988, 1990, 1993, 1995, 1999; Olson & Alvarenga, 2002) (Tabela 2). Os mamíferos constituem o grupo mais

diversificado, no entanto, bem menos abundantes que os peixes (Paula Couto, 1956; Soria & Alvarenga, 1989; Vucetich *et al*., 1993; Oliveira *et al*., 1997; Vucetich & Ribeiro, 2003; Alvarenga *et al*., 2005; Couto-Ribeiro *et al.*, 2005). Com exceção do fóssil de um microquiróptero, encontrado nos folhelhos pirobetuminosos, os demais mamíferos procedem das camadas argilosas (Fig.6). A fauna de vertebrados da Formação Tremembé inclui formas que sugerem espaços abertos e disponibilidade de vegetação, ao menos, arbustiva.

Fig.6. Fóssil *in situ* de mandíbula de mamífero Leontiniidae (*Taubatherium paulacoutoi*), encontrado nas camadas de argila montmorilonítica da Formação Tremembé. Foto cedida por H. Alvarenga.

Tabela 2. Paleofauna de vertebrados da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP.

PEIXES

CHARACIFORMES
Characidae
Brycon avus (Woodward, 1898)
Lignobrycon ligniticus (Woodward, 1898)
Megacheirodon unicus (Travassos & Santos, 1955)
Curimatidae
Cyphocharax mosesi (Travassos & Santos, 1955)
Plesiocurimata alvarengai Figueiredo & Costa-Carvalho, 1999

SILURIFORMES
Pimelodidae
Steindachneridion iheringi (Woodward, 1898)
Steindachneridion silvasantosi Figueiredo & Costa-Carvalho,1999
Loricariidae
Taubateia paraiba Malabarba, 2007

PERCIFORMES
Percichthyidae
Santosius antiquus (Woodward, 1898)
Cichlidae
Tremembichthys pauloensis (Schaeffer, 1947)

ANFÍBIOS

ANURA
Bufonoidea indet.

RÉPTEIS

TESTUDINES
Chelidae
Phrynops (*Phrynops*) (*geoffroanus*) sp.

OPHIDIA
Ophidia indet.

CROCODYLOMORPHA
Alligatoridae
Caiman tremembeensis Chiappe, 1988

AVES

Terathornitidae
Taubatornis campbelli Olson & Alvarenga, 2002

GRUIFORMES

Phorusrhacidae
Paraphysornis brasiliensis (Alvarenga, 1982)

GALLIFORMES
Quercymegapodidae
Taubacrex granivora Alvarenga, 1988
Ameripodius silvasantosi Alvarenga, 1995

PHOENICOPTERIFORMES
Phoenicopteridae
Agnopterus sicki Alvarenga, 1990
Palaelodidae
Palaelodus aff. *ambiguus* Alvarenga, 1990

FALCONIFORMES
Vulturidae
Brasilogyps faustoi Alvarenga, 1985

ANSERIFORMES
Anhimidae
Chaunoides antiquus Alvarenga, 1999

MAMÍFEROS

METATHERIA
Metatheria indet.
Hathliacynidae
Hathliacynidae indet.
Proborhyaenidae
Proborhyaenidae indet.

CINGULATA
Dasypodidae
Eocoleophorus glyptodontoides Oliveira, Ribeiro & Bergqvist, 1997

CHIROPTERA
Molossidae
Mormopterus (*Neomops*) *faustoi* (Paula Couto, 1956)

RODENTIA
Paulacoutomys paulista Vucetich, Cunha & Alvarenga, 1993
Sallamys? minutus Vucetich & Ribeiro, 2003

LITOPTERNA
Proterotheriidae
Proterotheriidae indet.

ASTRAPOTHERIA
Astrapotheria indet.

NOTOUNGULATA
Leontiniidae
Leontiniidae indet.
Taubatherium paulacoutoi Soria & Alvarenga, 1989
Notohippidae
Rhynchippus brasiliensis Soria & Alvarenga, 1989

PYROTHERIA
Pyrotheriidae
Pyrotheriidae indet.

1.2.4.1. Grupos de mamíferos integrantes da paleofauna da Formação Tremembé

Entre os grupos representados na Formação Tremembé (Tabela 2), aqueles com registro no período Terciário em outras localidades da América do Sul e, portanto, com idade aproximada são relacionados a seguir.

1.2.4.1.1. Metatheria Huxley, 1880

Metatheria é um grupo diagnosticado, principalmente, por características craniodentais. Fazem parte deste clado os Deltatheroida (mamíferos cretácicos conhecidos para América do Norte e Ásia), os Marsupialia (marsupiais atuais, que representam os únicos metatérios viventes) e outros metatérios extintos relacionados (Rougier *et al*., 1998, 2004; Wilson & Riedel, 2010) (Fig.7).
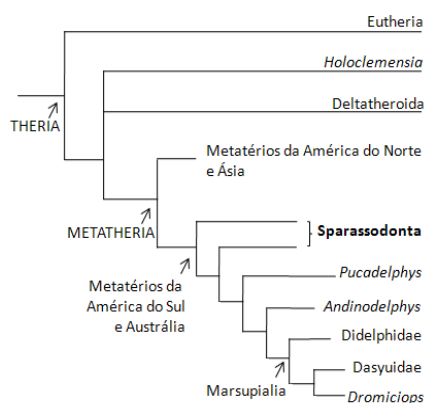
Fig.7. Cladograma simplificado, mostrando as relações filogenéticas entre os Metatheria. Modificado de Rougier *et al*. (1998).

Fósseis de Metatheria são conhecidos em todos os continentes. Até o momento, o registro mais antigo do grupo é feito para os sedimentos do Cretáceo Inferior da China (Luo *et al*., 2003). Pelas evidências fósseis, parece que durante todo o Cretáceo Superior os metatérios habitaram, principalmente, o Hemisfério Norte (Eurásia e América do Norte).

Na América do Sul os registros fósseis de mamíferos cretácicos são muito escassos. Há somente registros de alguns espécimes para o Cretáceo Superior da Argentina (Goin *et al.*, 1986), Brasil (Bertini *et al.*, 1993) e, possivelmente, Peru (Muizon & Cifelli, 2001).

O registro e a reconstrução da diversidade de metatérios na América do Sul são feitos com segurança, apenas a partir do Paleoceno, principalmente, pela análise dos materiais encontrados nas jazidas fossilíferas de Tiupampa, Bolívia (Paleoceno Inferior), Las Flores, Argentina (Paleoceno Médio) e Itaboraí, Brasil (Paleoceno Médio).

O desenvolvimento de toda a mastofauna sul-americana (incluindo metatérios), a partir do Paleoceno, está intimamente relacionada com o isolamento deste continente durante o início do Cenozóico, fato este que permitiu que os metatérios se diversificassem e ocupassem diferentes nichos ecológicos. Esta extinta fauna de metatérios era composta, principalmente, pelos Paucituberculata e Polydolopimorphia (frugívoros), Didelphimorphia (insetívoros/onívoros) e Sparassodonta (carnívoros), sendo que estes últimos foram durante muito tempo os principais predadores da América do Sul, vivendo em completo isolamento dos grandes mamíferos carnívoros eutérios que ocupavam tal função nos demais continentes (Marshall, 1977; Forasiepi *et al*., 2003, 2006).

A superfamília Borhyaenoidea, incluída na ordem Sparassodonta por Marshall *et al.* (1990), é composta por metatérios extintos que viveram do Paleoceno Inferior (Tiupampense; Muizon, 1994, 1998) até o Plioceno Inferior (Chapadmalalense; Goin & Pascual, 1987). Seis famílias compõem o grande grupo dos Borhyaenoidea: Hathliacynidae, Borhyaenidae (Borhyaeninae + Prothylacyninae), Proborhyaenidae, Thylacosmilidae, Hondadelphidae e Mayulestidae (Muizon, 1998; Case *et al*., 2004).

Os Hathliacynidae destacam-se por seu tamanho pequeno, constituem a forma mais generalizada de marsupiais desta superfamília. Segundo sua anatomia craniomandibular e dentária as espécies do grupo sugerem ter tido hábitos alimentares mais onívoros-carnívoros do que, estritamente, carnívoros (Goin, 1995). Dados paleontológicos mostram que tiveram seu apogeu durante o Terciário Médio, porém não sobreviveram à idade Montehermosense. Provavelmente, o nicho que deixaram vago foi, posteriormente, ocupado por marsupiais didelfídeos, que segundo dados moleculares (Steiner *et al*., 2005) tiveram sua grande radiação a partir do Mioceno Médio.

Já a família Proborhyaenidae (Casamaiorense-Deseadense) inclui imensos metatérios, os maiores dentre os Borhyaenoidea. São hipercarnívoros e representados por poucos espécimes, há somente quatro gêneros conhecidos para esta família: *Arminiheringia* que inclue *A. auceta*, *A. cultrate* e *A. contigua*, todos de idade Casamaiorense e provenientes dos depósitos da Patagônia argentina. *Callistoe vincei* da Província de Salta (Argentina), também de Eoceno Inferior, destaca-se por ser o mais completo e melhor preservado espécime de Proborhyaenidae até agora encontrado. *Proborhyaena gigantea* é registrada em sedimentos deseadenses da Argentina (Províncias de Chubut, Santa Cruz e Mendoza), da Bolívia e foi registrada, também, para a Formação Fray Bentos do Uruguai por Mones and Ubilla (1978) como *Proborhyaena* cf.

gigantea. Hoffstetter & Petter (1983) descreveram *Paraborhyaena boliviana* para o Deseadense de Salla (Bolivia).

Na Formação Tremembé, o primeiro registro de Metatheria foi dado a conhecer por Soria & Alvarenga (1989), com base em apenas um canino inferior esquerdo que os autores atribuíram a um Borhyaeninae. Posteriormente, Couto-Ribeiro *et al*. (2005) registraram a presença de três novos espécimes da mesma localidade, os quais foram, principalmente, analisados por meio de dentes e ossos tarsais.

1.2.4.1.2. Cingulata Illiger, 1811

A ordem Cingulata é incluída na superordem Xenarthra Cope, 1889, devido, principalmente, à marcante característica de suas vértebras tóraco-lombares que, além de apresentarem articulações comuns, apresentam articulações acessórias (denominadas xenartras), que também estão presentes em preguiças e tamanduás. Dentro do grupo dos Cingulata, a principal aquisição foi a carapaça dérmica que cobre o dorso e os flancos e, separadamente, o topo da cabeça e a cauda. Em alguns grupos esta carapaça apresenta-se em forma de escudo rígido, já em outros é dividida em faixas transversais que permitem certa flexibilidade, apesar das regiões escapular e pélvica serem imóveis. A carapaça óssea é recoberta por uma delgada lâmina córnea (Paula-Couto, 1979). Cingulados, são mamíferos endêmicos da região Neotropical e segundo McKenna & Bell (1997) compreendem duas linhagens: Glyptodontoidea (Glyptodontidae e Pampatheriidae) e Dasypodoidea (Dasypodidae e Peltephilidae), com os Dasypodidae divididos em três subfamílias e oito tribos: Dasypodinae (Stegotheriini e Dasypodini), Euphractinae (Utaetini, Eutatini, Euphractini e Chlamyphorini) e Tolypeutinae (Tolypeutini e Priodontini).

A família Dasypodidae é composta por animais desprovidos de dentes nas pré-maxilas, possuem dentição “homodonte”, com dentes sem esmalte, raiz aberta e a carapaça é dividida em parte anterior, média e posterior, sendo a parte média formada por um número variável de faixas móveis. Nesta família incluem-se todos os tatus atuais (cerca de oito gêneros e vinte espécies) e muitos outros táxons extintos. Dasypodinae e Euphractinae reúnem a maioria dos táxons descritos para a família, que é a única remanescente dos Cingulata, sendo conhecida do Paleoceno ao Recente na América do Sul, e do Plioceno? ao Recente na América do Norte (Abrantes & Bergqvist, 2006; Bergqvist *et al*., 2004).

A principal diferença apontada entre as duas principais subfamílias, Dasypodinae e Euphractinae, é quanto à cobertura dos osteodermos pelas escamas córneas. Nos Euphractinae as escamas córneas da cobertura da carapaça coincidem com a área contida em um único osteodermo; nos Dasypodinae as escamas córneas formam um desenho que recobre dois ou três osteodermos contíguos. Entretanto, Carlini *et al.* (2005) e Ciancio & Carlini (2008) revelam que a presença de escamas córneas que ocupam áreas parciais de outros osteodermos não é uma característica exclusiva dos Dasypodinae e a relacionam a uma condição primitiva dentro da família Dasypodidae.

Para a América do Sul, um dos registros mais antigos de Dasypodidae (*Riostegotherium yanei*) procede dos sedimentos do Paleoceno da Bacia de Itaboraí, RJ (Bergqvist *et al*., 2004). Porém, a maioria dos fósseis sul-americanos de cingulados de idade Terciária é registrada para a Argentina, sendo que apenas de sedimentos de idade Deseadense são conhecidos cerca de 14 gêneros, todos integrantes da subfamília Eupractinae. Esta subfamília também é registrada para os sedimentos da Bolívia (possível Euphractini) e Uruguay (Eutatini) (Vizcaíno *et al*., 2003; Bostelmann *et al*., 2008; Ciancio *et al*., 2008). Já os registros de Dasypodinae (Dasypodini) são feitos para as idades Plioceno-Pleistoceno da Argentina (*Propraopus* e *Dasypus*) e Mioceno da Colômbia (*Anadasypus)* (Carlini *et al*., 1995).

Para a Formação Tremembé Oliveira *et al*. (1997) descreveram, com base em materiais compostos por osteodermos (placas) isolados de regiões móveis e fixas da carapaça dorsal, um novo gênero e uma nova espécie (*Eocoleophorus glyptodontoides*) de Cingulata. Embora as autoras mencionem similaridades morfológicas de *E. glyptodontoides* com diferentes linhagens de Cingulata (dasipodídeos, glyptodontídeos e pampatheriídeos), o novo táxon foi descrito como *incerta sedis* e como um possível "intermediário" entre os tatus e gliptodontes. Anos após, Abrantes *et al*. (2005) reestudaram o táxon com novos materiais, tornando *E. glyptodontoides* o representante conhecido mais antigo dentre os Dasypodini.

Para a descrição de *Eocoleophorus glyptodontoides* Oliveira, Ribeiro & Bergqvist, 1997 foram utilizados elementos da carapaça óssea. O material-tipo é uma placa móvel (MN 4593-V) não associada a várias outras placas móveis e fixas que foram atribuídas à mesma espécie. O novo material apresentado por Abrantes *et al*. (*op. cit.*) é composto por várias placas fixas e móveis e, ainda, dois fragmentos de fêmur.

1.2.4.1.3. Chiroptera Blumenbach, 1779

Chiroptera é um dos grupos de mamíferos mais diversificados do mundo; representam, atualmente, a segunda ordem em riqueza de espécies, sendo superados apenas pelos roedores. Este grupo é constituído por 18 famílias que são, tradicionalmente, divididas em duas subordens: Megachiroptera e Microchiroptera. Os Megachiroptera estão, atualmente, distribuídos na África, Índia, Ásia e Austrália, sendo que as 150 espécies que representam este grupo estão incluídas em uma única família, Pteropodidae. Já os Microchiroptera, muito diversificados, são, atualmente, compostos por 17 famílias e cerca de 930 espécies; com exceção das regiões polares, eles ocorrem em todos os continentes (apesar de serem mais diversos e abundantes nas regiões tropicais e subtropicais do planeta) e em, praticamente, todos os tipos de habitat (Reis *et al*., 2007). Dentre as várias características peculiares do grupo, há uma complexa série de mudanças estruturais no esqueleto axial, cintura peitoral e, principalmente, membros anteriores especializados para o voo, que exibem os dígitos extremamente alongados para sustentar uma fina membrana (Simmons, 1994).

Algumas hipóteses (Pettigrew, 1986; Pettigrew *et al*., 1989) demonstram o polifiletismo da ordem Chiroptera, relacionando os Megachiroptera aos primatas e dermopteras, que juntos formam um clado-irmão de Microchiroptera. De acordo com esta hipótese, este grupo compartilharia um ancestral não-voador e o mecanismo de vôo presente nos morcegos microquirópteros e megaquirópteros teria evoluído independentemente nas duas linhagens. Porém, a hipótese clássica para o relacionamento filogenético dos Chiroptera e aceita, atualmente, pela maioria dos autores, é que Chiroptera forma um grupo monofilético relacionado a todos os outros mamíferos, sendo este monofiletismo suportado por dados morfológicos reforçados pelas informações genéticas (Simmons, 1994; Murphy *et al*., 2001; Gunnell & Simmons, 2005).

O registro fóssil do grupo pouco auxilia na compreensão dessas relações filogenéticas, bem como quanto a sua origem geográfica. Em geral, fósseis de morcegos são raros e mal conhecidos. Talvez, a dificuldade de conservação deste grupo no estado fóssil seja devido a hábitos de vida florestais e à grande fragilidade de seus ossos, visto que a maioria dos espécimes fósseis é conhecida apenas por meio de dentes ou elementos pós-cranianos isolados, com exceção de *Icaronycteris index* e *Onychonycteris finneyi* encontrados nos sedimentos de Eoceno da Formação Green River (Wyoming/Estados Unidos da América) e representados por esqueletos muito bem preservados, articulados e quase completos. Juntamente com os exemplares da Europa

(Messel/Alemanha), também do Eoceno, exibem grande quantidade de caracteres que os colocam como os representantes mais basais dentro dos Chiroptera (Simmons *et al*., 2008). A representatividade fóssil dos megaquirópteros (registrados apenas para o Velho Mundo) é muito mais escassa do que a dos microquirópteros (Gunnell & Simmons, *op. cit*.).

Na América do Sul o registro fóssil de morcegos é escasso, especialmente para o período Terciário. Os sedimentos de Eoceno de Laguna Fria (Chubut, Argentina) e Santa Rosa (Peru) apresentam os mais antigos registros (Tejedor *et al*., 2005), porém mal documentados. Apenas 10 gêneros sul-americanos (*Mormopterus*, *Notonycteris*, *Palynephyllum, Noctilio*, *Tonatia*, *Thyroptera*, *Eumops*, *Diclidurus*, *Mormopterus* e *Potamops*) são registrados para o Mioceno e, apenas, *Mormopterus* é também registrado para o Oligoceno. Em contraste, há registro para o Oligoceno de 13 gêneros de Microchiroptera para a Europa, quatro para a América do Norte e quatro para a África (Czaplewski, 1995; Gunnell & Simmons, 2005).

Curiosamente, o primeiro mamífero encontrado na Formação Tremembé, foi um microquiróptero da família Molossidae, identificado e descrito por Paula Couto (1956), originalmente, como *Tadarida faustoi*. Posteriormente, Legendre (1984) ao examinar uma réplica do espécime tipo, compara o material com vários gêneros/subgêneros fósseis e recentes, atribui o fóssil ao Oligoceno, propondo a mudança do gênero para *Momopterus*, atribuindo-lhe um novo subgênero (*Neomops*), designando-o como *Mormopterus* (*Neomops*) *faustoi*. Este é o molossídeo mais antigo da América do Sul e também o único mamífero procedente dos folhelhos pirobetuminosos da Formação Tremembé (os demais mamíferos todos procedem das camadas de argila); foi coletado na cidade de Tremembé, na antiga Mina Nossa Senhora da Guia.

1.2.4.1.4. Rodentia Bowdich, 1821

Muitos estudos foram realizados com os roedores fósseis do Terciário da América do Sul, porém um dos mais intensos estudos do grupo foi feito por Wood & Patterson (1959) com os roedores dos depósitos oligocênicos da Argentina, onde os autores descrevem inúmeros gêneros de Caviomorpha Wood & Patterson, 1955 das típicas localidades deseadenses da Patagônia, principalmente de La Flecha e Cabeza Blanca. Rodentia é um grupo composto por inúmeros táxons extintos e atuais; McKenna & Bell (1997) distribuem os membros desta ordem em cinco subordens, sendo uma delas Hystricognatha Woods, 1976. Os Caviomorpha são roedores histricognatos conhecidos

na América do Sul a partir do Oligoceno, sendo eles registrados para a Argentina, Bolívia, Brasil, Uruguai e, também, para os depósitos da Colômbia. A fauna de La Venta inclui vários táxons de roedores e dentre eles encontra-se *Mesocricetus auratus*, um dos menores caviomorfos conhecidos para o Mioceno da Colômbia. Apesar de a diversidade de roedores colombianos ser tão grande quanto a argentina, as localidades não compartilham as mesmas espécies, sendo *Mesocricetus* o único táxon de roedor presente na fauna de La Venta e nas faunas patagônicas de semelhante idade (Walton, 1995). Para a Fm. Fray Bentos (Uruguai) o roedor registrado é *Palmiramys waltheri*, descrito como sendo um possível Dasyproctidae (Ubilla, 2004).

Para a Formação Tremembé foram descritas duas espécies de roedores, *Paulacoutomys paulista* Vucetich *et al*., 1993, atribuído (com dúvida) à família Echimyiidae; é conhecido por uma hemimandíbula esquerda com p4-m3 e porção intra-alveolar do incisivo (Fig.8). Características como p4 molarizado, molariformes braquiodontes com largos lofos orientados transversalmente e outras características relacionadas à proporção de largura e comprimento dos molares, asseguram-no como um membro de Caviomorpha. O outro roedor, também um Caviomorpha, *Sallamys? minutus* Vucetich & Ribeiro, 2003 foi descrito com base em um pequeno p4 esquerdo (Vucetich *et al*., 1993; Vucetich & Ribeiro, 2003). Estas espécies são conhecidas apenas por meio de seus holótipos (MN 4082-V e MN 5016-V), não havendo, até o momento, nenhum outro material que possa acrescentar conhecimento para a paleofauna de roedores da Formação Tremembé.

A morfologia dos molares de *P. paulista* (Fig.9) e *Sallamys? minutus* foram detalhadamente descritas nas publicações originais (Vucetich *et al*., *op. cit*.; Vucetich & Ribeiro, *op. cit*.), nas quais os autores compararam os espécimes a gêneros de roedores (caviomorfos) de outras localidades fossilíferas da América do Sul e encontraram, nestes espécimes, características dentárias similares àquelas de outros roedores oligocênicos, principalmente, dos sedimentos deseadenses da Bolívia, sendo *Sallamys? minutus* pela morfologia dentária, intimamente relacionado a *Sallamys pascuali* (La Salla). Porém, estas espécies são conhecidas apenas para a Formação Tremembé, afirmando os autores que apesar das semelhanças com outros gêneros, estes exemplares tratam-se seguramente de novos táxons. *Paulacoutomys* não axilia no esclarecimento da idade para a Bacia de Taubaté, pois se trata de um gênero sem representantes em outras localidades. Já *Sallamys? minutus*, devido à similaridade com a espécie de mesmo gênero da Bolívia, corrobora com a idade deseadense para os sedimentos da Fm. Tremembé. É esperado que novos materiais relacionados à ordem Rodentia apareçam

para auxiliar a complementar o conhecimento sobre essas duas espécies, assim como também aumentar o conhecimento da diversidade da paleofauna de roedores para a Bacia de Taubaté.
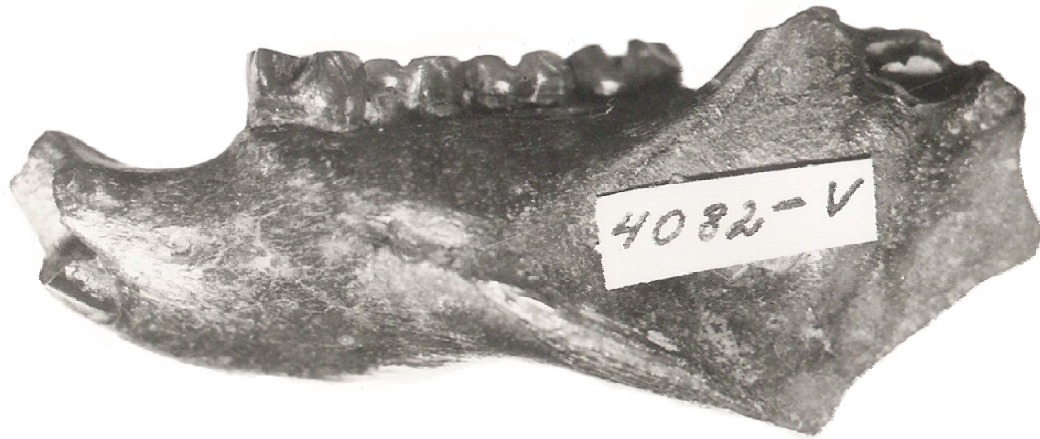
Fig.8. Vista lateral da hemimandíbula esquerda (Holótipo MN 4082-V) de *Paulacoutomys paulista*. O comprimento anteroposterior desta hemimandíbula é de 30.6mm. Foto cedida por H. Alvarenga.
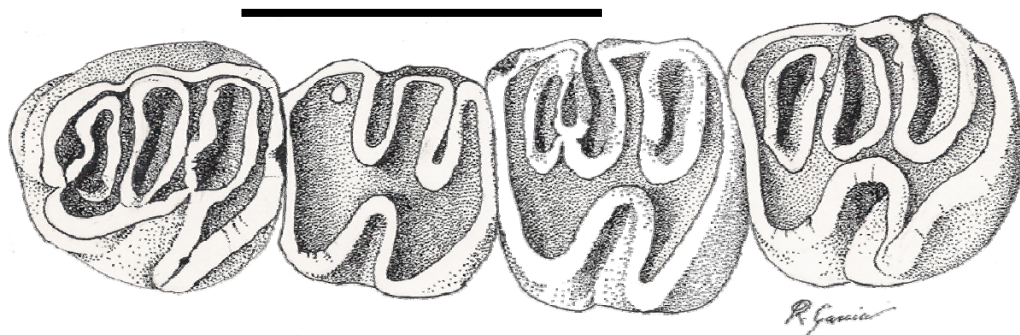
Fig.9. Vista oclusal dos dentes (p4-m3) inferiores esquerdos de *Paulacoutomys paulista*. Modificado de Vucetich *et al*. (1993). Barra de escala=1cm.

1.2.4.1.5. Litopterna Ameghino, 1889

Litopterna é uma ordem, juntamente com outras quatro, endêmica da América do Sul (Astrapotheria, Notoungulata, Pyrotheria e Xenungulata), todas elas incluídas em um grupo denominado Meridiungulata McKenna, 1975 (McKenna & Bell, 1997). Estas ordens compreendem extintos ungulados herbívoros tipicamente sul-americanos, que passaram por uma extraordinária diversificação durante a maior parte da Era Cenozóica (Fig.10) (Billet *et al*., 2009a). Meridiungulata pode ter se originado na América do Sul a partir de um ancestral Condylarthra oriundo da América do Norte. A maior parte da evolução destes meridiungulados ocorreu em quase completo isolamento dos ungulados de outros

continentes, sendo que as similaridades entre eles é um bom exemplo de convergência evolutiva (Paula Couto, 1979).
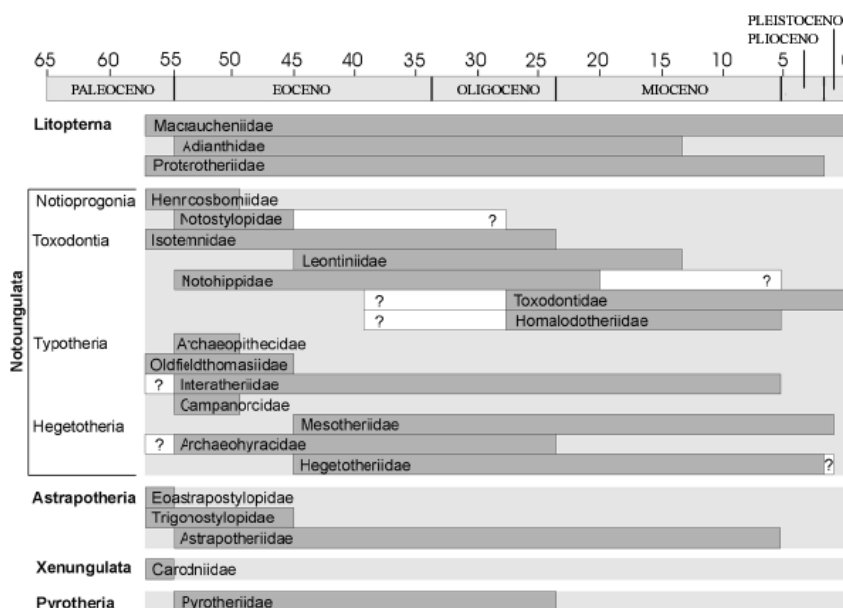
Fig.10. Distribuição temporal durante o Cenozóico dos grupos de ungulados tipicamente sul-americanos. Modificado de Lindenau (2005).

Os Litopterna do Paleógeno são, morfologicamente, semelhantes aos condilartras, já as formas do Neógeno adquiriram dentição semelhante à dos perissodáctilos; sofreram modificações em seus membros que se tornaram longos, delgados e com número reduzido de dígitos, mostrando notáveis convergências com os equídeos (Proterotheriidae) e camelídeos (Macraucheniidae) (Paula Couto, 1979). Extinguiram-se no Pleistoceno, muito provavelmente, devido ao grande intercâmbio faunístico que ocorreu entre a América do Norte e a América do Sul nos períodos Plio-Pleistoceno. Os registros mais antigos de litopternos da América do Sul são conhecidos por meio das poucas localidades de Paleoceno da Bolívia (Marshall & Muizon, 1988), Peru (Sigé, 1972) e Brasil (Paula Couto, 1978a; Cifelli, 1983a). Para os sedimentos da Formação La Meseta (Eoceno) da Ilha Seymour da Península Antártica existe o registro mais austral para o grupo, dos quais Bond *et al*. (2006) descrevem *Notolophus arquinotiensis*, um Macraucheniidae proximamente relacionado ao gênero *Victorlemoinea* do Paleoceno do Brasil e do Paleoceno-Eoceno da Argentina. Os litopternos são conhecidos fundamentalmente para os sedimentos fossilíferos da Patagônia argentina, sendo que o grupo passa a ser melhor documentado apenas a partir do Eoceno (Cifelli, 1993).

Assim como os outros grupos de ungulados sul-americanos e como, tradicionalmente, acontece na taxonomia de mamíferos, as características dentárias são utilizadas na maioria das vezes para classificar os táxons da ordem Litopterna, apesar do

esqueleto pós-craniano deste grupo (principalmente dos Machraucheniidae) ser relativamente bem representado no registro fóssil. Cifelli (1983a, 1983b, 1993) assinala que para a classificação destes ungulados os elementos do esqueleto pós-craniano são mais diagnósticos do que os elementos dentais, pois os litopternos exibem notáveis modificações, principalmente, nos ossos do tarso.

McKenna & Bell (1997) dividem a ordem Litopterna em dois grandes grupos: a superfamília Macrauchenioidea Gervais, 1855, que abriga as famílias Macraucheniidae, Notonychopidae e Adianthidae e a superfamília Proterotherioidea Cifelli, 1983 composta por uma única família, Proterotheriidae Ameghino, 1887. Esta última família compreende litopternos que viveram do Paleoceno Superior ao Mioceno Superior (subfamília Anisolambdinae Cifelli, 1983) e do Oligoceno Superior ao Plioceno Superior (subfamília Proterotheriinae Ameghino, 1885). Nesta classificação os gêneros de litopternos *Miguelsoria*, *Asmithwoodwardia*, *Eoauchenia*, *Megamys* e *Protolipterna* não foram incluídos em nenhuma das famílias acima citadas.

A família Proterotheriidae é composta por pequenos litopternos que possuíam hábitos semelhantes aos dos equídeos de Terciário Médio da América do Norte (Cifelli, 1993). Apresentavam o pescoço curto em comparação com o comprimento dos membros locomotores, que eram estruturalmente tridáctilos, mas funcionalmente monodáctilos (Paula Couto, 1979). Os Proterotheriidae são reconhecidos por características dentárias ligadas, principalmente, à dentição superior (Cifelli, 1993). Os táxons melhor conhecidos da família pertencem ao Mioceno da Argentina (Santa Cruz) (Kramarz & Bond, 2005), já os representantes dos sedimentos de Oligoceno (Deseadense) são pobremente representados. Para o Oligoceno Superior da Argentina é assinalado um gênero de Anisolambdinae (*Protheosodon* Ameghino, 1897) e dois gêneros de Proterotheriinae (*Deuterotherium* Ameghino, 1895 e *Eoproterotherium* Ameghino, 1904), porém *Deuterotherium* pode não ser um Proterotheriidae e sim um Notohippidae. Para os sedimentos de La Salla (Bolívia) poucos são os litopternos conhecidos, dentre os quais há um molar isolado (*Salladolodus*) referido, com dúvidas, a um Proterotheriidae e alguns ossos tarsais (astrálago, cubóide, navicular e cuneiformes) e metatarsais referidos a um Proterotheriinae cf. *Proterotherium* (Shockey, 1999).

Para o Terciário Superior do Brasil, espécimes de Proterotheriidae de idade miocênica são registrados para a Formação Solimões, Bacia do Acre (Bergqvist *et al.*, 1998), com base em molares (superior e inferior) direitos isolados, fragmento de mandíbula direita com pré-molar e molares e dois calcâneos.

Na Fm. Tremembé, Soria & Alvarenga (1989) assinalaram um Proterotheriidae indeterminado, com base no registro de um calcâneo, um metatarso IV e um fragmento distal de fíbula, todos direitos e pertencentes ao mesmo indivíduo (DGM-1097-M), sendo o tamanho do espécime comparável ao gênero *Prolicaphrium* Ameghino, 1902 do Mioceno Inferior da Argentina.

1.2.4.1.6. Astrapotheria Lydekker, 1894

Astrapotheria é uma ordem de mamíferos grotescos de grande porte, herbívoros que viveram entre o Paleoceno e o Mioceno. Possuíam os caninos bem desenvolvidos ("presas") e uma forte retração nasal, que sugere a presença de uma probóscide. Este grupo possui muitas características semelhantes às dos Notoungulata (Leontiniidae), principalmente em relação a sua dentição pós-canina.

Paula Couto (1979) apresenta para a ordem Astrapotheria apenas a família Astrapotheriidae Ameghino, 1887, sendo esta dividida em duas subfamílias (Albertogaudryiinae e Astrapotheriinae). Já McKenna & Bell (1997) reconhecem três famílias para a mesma ordem: Eoastrapostylopidae Soria & Powell, 1981 do Paleoceno Superior; Trigonostylopidae Ameghino, 1901 do Paleo-Eoceno e Astrapotheriidae Ameghino, 1887 muito mais diversa que as outras duas famílias anteriores, compreendendo gêneros do Eoceno ao Mioceno (*Scaglia*, *Albertograudrya*, *Astraponotus*, *Isolophodon*, *Maddenia*, *Xenastrapotherium*, *Parastrapotherium*, *Uruguaytherium, Astrapothericulus, Astrapotherium* e *Monoeidodon*).

Astrapotherium magnum do Mioceno (Santa Cruz, Argentina) é um dos táxons melhor conhecido da ordem, pois é representado por vários ossos cranianos e pós-cranianos que permitem a reconstrução quase completa de seu esqueleto (Riggs, 1935; Ubilla, 2004). A maioria dos registros de Astrapotheria é de material dentário, sendo sua classificação feita com base, principalmente, nos molares. Em sua grande maioria são animais de grande porte, sendo *Maddenia lapidaria* um dos menores astrapotérios conhecidos para o Oligoceno da Argentina (Formação Sarmiento/Chubut), espécie que foi descrita com base, principalmente, em pré-molares e molares (Kramarz & Bond, 2009).

O registro mais austral do grupo Astrapotheria é para os sedimentos da Formação La Meseta (Eoceno) da Ilha Seymour da Península Antártica (Bond *et al*., 2006). Este grupo já foi registrado para o Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Brasil (Paleoceno de

Itaboraí e Mioceno do Acre) e Uruguai (Fm. Fray Bentos); porém, assim como a grande maioria dos mamíferos Terciários (principalmente do Oligo/Mioceno), os Astrapotheria são conhecidos, fundamentalmente, pelos restos fósseis encontrados nos sedimentos da Patagônia argentina (principalmente Províncias de Chubut e Santa Cruz).

A ordem Astrapotheria foi assinalada para a Formação Tremembé por Soria & Alvarenga (1989), com base em um incisivo inferior direito isolado (DGM-1090-M) e um molar (M2) superior direito incompleto (DGM-1099-M). Posteriormente, Avilla *et al*. (2005) referem um canino inferior esquerdo, da mesma procedência, ao mesmo táxon e corrigem o dente molar superior (DGM-1099-M) como pertencente a um Leontiniidae.

1.2.4.1.7. Notoungulata Roth, 1903

A ordem Notoungulata é composta por extintos mamíferos herbívoros que viveram do Paleoceno ao Pleistoceno da América do Sul. São os mais diversificados ungulados tipicamente sul-americanos (Madden, 1990). A abundância de fósseis conhecidos e atribuídos a esta ordem, pode representar não apenas a uma boa preservação, mas também seu domínio em termos de densidade populacional em relação a outros grupos seus contemporâneos.

Um dos registros mais antigos de Notoungulata é feito para os sedimentos da Formação Vilquechico em Laguna Umayo (Peru). O táxon descrito como *Perutherium altiplanense* foi, inicialmente, atribuído aos Condylarthra, mas tem sido redefinido com base na morfologia dos molares inferiores como um Notoungulata (Madden, *op*. *cit*.); entretanto, esta reidentificação é ainda bastante questionada. Com segurança, o registro mais antigo da ordem procede dos depósitos de Paleoceno da Formação Itaboraí (Rio de Janeiro, Brasil), sendo que as espécies registradas (*Colbertia magellanica*, *Itaboraitherium atavum* e *Camargomendesia pristina*), para esta localidade, foram definidas exclusivamente por meio de caracteres dentários (Paula-Couto, 1952, 1954, 1970, 1978b). Segundo Simpson (1948), a grande expansão evolutiva do grupo aconteceu nos primórdios do Terciário, provavelmente, entre o Paleoceno Superior e o Eoceno Inferior, com uma grande diversificação de formas e de grupos, sendo que tal diversidade declinou paulatinamente no decorrer do Cenozóico.

Dentre as várias características cranianas e pós-cranianas, levantadas por Simpson (*op. cit*.), Cifelli (1993) e Paula-Couto (1979) para a caracterização do grupo, está a dentição primitivamente completa, em série contínua, geralmente sem diastemas. Alguns

membros mais derivados do grupo mostram redução em sua fórmula dentária, observada em incisivos, caninos e/ou pré-molares anteriores (os molares nunca sofrem redução). Os pré-molares tendem a apresentar certo grau de molarização, principalmente os posteriores. Os molares superiores possuem ectolofo proeminente e protolofo mais longo em comparação ao metalofo. Entre as cristas principais dos molares superiores formam-se pequenas cúspides acessórias, muitas vezes na bacia do trigono, resultando complicações peculiares dessas coroas nas várias linhagens de descendência. Já os molares inferiores apresentam o trigonido curto, bem menor quando comparado com o talonido. O isolamento do entocônido é outra característica própria dos notoungulados. Os dentes pós-caninos, primitivamente braquiodontes, tenderam a se tornar hipsodontes com a evolução e, em alguns membros mais derivados do grupo, também é verificada a hipselodontia.

A condição hipsodonte (e depois hipselodonte) desenvolve-se em seis famílias de notoungulados: Notohippidae, Toxodontidae, Interatheriidae, Mesotheriidae, Archaeohyracidae e Hegetotheriidae e, segundo Billet (2008), esta aquisição apareceu independentemente nas diferentes linhagens. Nestes grupos, a condição hipsodonte aparece entre o Eoceno Superior-Oligoceno Inferior, sendo que a hipselodontia torna-se bastante difundida a partir do Mioceno Inferior. A hipsodontia é uma especialização que visa prolongar a vida funcional do dente para resistir ao contato com alimentos abrasivos. O papel de dentes hipsodontes em notoungulados tem sido relacionado a hábitos pastadores, sendo talvez um dos primeiros grupos a se adaptar ao pastoreio (Billet *et al.*, 2009a).

De acordo com a classificação de Simpson (1945), a ordem Notoungulata inclui quatro subordens: Toxodontia Owen, 1853 (Paleoceno Superior ao Pleistoceno); Tipotheria Zittel, 1892 (Paleoceno Superior ao Mioceno Superior); Notioprogonia Simpson, 1934 (Paleoceno Superior ao Eoceno) e Hegetotheria Simpson, 1945 (Paleoceno Superior ao Pleistoceno).

A subordem Toxodontia, de principal interesse neste estudo, é constituída por notoungulados de médio a grande porte (Mendonça, 2007) e inclui as famílias Isotemnidae (Riochiquense ao Deseadense), Homalodotheriidae (Deseadense ao Montehermosense), Leontiniidae (Tinguiririquense ao Friasense), Notohippidae (Mustersense ao Santacruzense) e Toxodontidae (Deseadense ao Lujanense). Paula-Couto (1979) considera como caráter diagnóstico desta subordem a divisão da região auditiva em três cavidades superpostas no sentido dorsoventral: o seio (*sinus*)

epitimpânico, a cavidade timpânica e o seio hipotimpânico. Madden (1990) usa como definição do grupo várias outras sinapomorfias, utilizando, substancialmente, caracteres cranianos. O estudo das famílias Leontiniidae e Notohippidae tem se concentrado, principalmente, nas estruturas relacionadas à região auditiva, elementos carpais e tarsais, além dos caracteres dentários.

Leontiniidae é uma família tipicamente deseadense. Apresenta toda a dentição em série contínua, sem diastema. Os dentes são braquiodontes, com as raízes distintas das coroas e terminam em pontas cônicas e obliteradas. Os incisivos têm a coroa em forma triangular e, quando desgastados, trapezoidal. Os incisivos I1 ou I2 e i3 são geralmente diferenciados, grandes e de coroa pontiaguda (ditos caniniformes); já os caninos são reduzidos. Simpson (1945) sinonimizou muitos dos táxons de leontiniídeos descritos por Ameghino (1895), reconhecendo apenas quatro gêneros para a família Leontiniidae: *Leontinia* Ameghino, 1895, *Ancylocoelus* Ameghino, 1895, *Scarrittia*, Simpson, 1934 que ocorrem nas camadas deseadenses da Argentina, localizadas em sua maior parte, nas províncias de Chubut e Santa Cruz, assim como *Colpodon* Burmeister, 1885, um pequeno leontiniídeo de SALMA Colhuehuapiense (Mioceno Inferior), procedente do Vale do Rio Chubut, mais especificamente ao sul do lago Colhué-Huapí (Bordas, 1939). Anos mais tarde, dois novos gêneros foram incluídos nesta família: *Huilatherium* Villarroel & Diaz, 1985, do Mioceno da Colômbia e *Taubatherium* Soria & Alvarenga, 1989 da Formação Tremembé, Brasil.

Para os sedimentos do Mioceno (Friasense) de La Venta (Grupo Honda - Colômbia) a descrição de *Huilatherium pluriplicatum* deu-se com base em um fragmento de maxilar esquerdo com dentes decíduos de um indivíduo jovem. Porém, o táxon é hoje conhecido também pela dentição definitiva e por partes do crânio, mandíbula e outros ossos pós-cranianos (Colwell, 1965; Villarroel & Diaz, 1985; Villarroel & Danis, 1995), sendo até o momento o maior leontiniídeo já registrado.

Já os Notohippidae, de aspecto grácil, que compreendem os menores Toxodontia, também apresentam dentição completa, em série contínua. As formas primitivas são braquiodontes com tendência a hipsodontia nas formas mais derivadas do grupo. Os incisivos e caninos, tanto os superiores como os inferiores são de tamanhos equivalentes. Não apresentam “presas”. Todos os dentes são incrustados por um forte depósito de cemento que, em indivíduos velhos, se estende também sobre a capa de esmalte. São registrados entre o Eoceno e o Mioceno da América do Sul. O gênero tipo é *Notohippus* (SALMA Santacruzense - Mioceno), descrito por Ameghino (1891) com base

em dois molares inferiores, que pela sua morfologia denominou *Notohippus toxodontoides*. Simpson (1945) separou os Notohippidae em duas subfamílias: Rhynchippinae (*Eomorphippus, Pseudostylops*, *Rhynchippus*, *Morphippus, Eurigenium* e *Pascualihippus*) registrada entre o Eoceno Superior e o Oligoceno Superior e Notohippinae (*Notohippus*, *Interhippus*, *Nesohippus*, *Argyrohippus*, *Stilhippus* e *Perhippidium*) registrada entre o Oligoceno Superior e o Mioceno Inferior, sendo que até o momento, os gêneros deseadenses (Oligoceno) que compõem a subfamília Rhynchippinae são: *Rhynchippus*, *Morphippus, Eurygenium, Pascualihippus* e *Moqueguahippus* (Marani & Dozo, 2008).

Assim como nos sedimentos argentinos, os notoungulados também são os fósseis predominantes da Fm. Fray Bentos (Uruguai). Dentre eles são conhecidos representantes das famílias Isotemnidae, Hegetotheriidae (*Prohegetotherium schiaffinoi*), Interatheriidae (*Eopachyrucus ranchoverdensis*), Oldfieldthomasiidae, Arqueohyracidae (*Bryanpattersonia* sp.), Notohippidae (Notohippinae indet.) e Leontiniidae (*Scarritia robusta*) (Reguero *et al*., 2003; Ubilla, 2004). Apesar dos notoungulados também serem os mamíferos mais comuns encontrados nos sedimentos da Formação Moquegua (Oligoceno do Peru), os leontiniídeos ainda não foram registrados nesta Formação. Apenas duas famílias representam esta ordem: Mesotheriidae (*Trachytherus* sp.) e Notohippidae (*Moqueguahippus glycisma*). Outros restos de um pequeno animal hipsodonte foram encontrados e referidos ao gênero *Rhynchippus*, mas os autores não mencionam maiores detalhes destes materiais. A única informação é que este espécime deveria ter tamanho equivalente a *R. pumilus* da Argentina, ou ser ligeiramente maior que *R. brasiliensis* do Brasil (Shockey *et al*., 2006).

Os depósitos de La Salla (Bolívia) assinalados em uma idade entre 27 e 25.8 Ma (Deseadense - Oligoceno Superior) acolhem notoungulados pertencentes aos seguintes grupos: Notohippidae, Hegetotheriidae, Leontiniidae, Interatheriidae (Hitz *et al*., 2006; Billet *et al*., 2008) e Archaeohyracidae (Billet *et al*., 2009b). Os notohipídeos *Pascualihippus boliviensis* e *Eurygenium pacegnum* foram descritos com base em crânios quase completos, muito bem preservados (Shockey, 1997).

Na Fm. Tremembé são conhecidos fósseis de notoungulados desde a década de 70, que foi a primeira ordem extinta cujos representantes foram encontrados na Bacia de Taubaté. Estes primeiros restos fósseis foram, superficialmente, analisados e publicados equivocadamente como pertencentes a um tapir (*Tapirus*) (Silva Santos, 1970). Logo após esta publicação, Paula Couto & Mezzalira (1971) reestudam este exemplar e

mostram que se trata de um Notoungulata, família Leontiniidae e o atribuem a *Leontinia gaudry* Ameghino, 1895. Soria & Alvarenga (1989), com o auxílio de novos fósseis, confirmam esse material como pertencente à família Leontiniidae, atribuindo-o a um novo gênero e duas novas espécies: *Taubatherium paulacoutoi* e *Taubatherium major*. *Taubatherium* é conhecido, principalmente, por suas características dentárias, sendo o mamífero melhor representado na Fm. Tremembé e um dos menores táxons da família Leontiniidae. Entretanto, Ribeiro (1994) registra a ocorrência de *Ancylocoelus* Ameghino, 1895, baseando-se em fragmentos dentários que teriam sido, originalmente, atribuídos a *Taubatherium*, mas segundo a autora, apresentam diferenças significativas. Soria & Alvarenga (1989) por meio de um fragmento de mandíbula esquerda. Com apenas o talonido do m2 e o m3 completo, registraram também uma nova espécie de notohippídeo para a Fm. Tremembé, que nomearam de *Rhynchippus brasiliensis*, gênero previamente assinalado para a Argentina e, posteriormente, também para a Bolívia.

1.2.4.1.8. Pyrotheria Ameghino, 1895

A ordem Pyrotheria é composta por bizarros herbívoros paleógenos (Casamaiorense ao Deseadense) endêmicos da América do Sul. Os pirotérios ou "bestas de fogo" (em referência à ocorrência de seus restos fósseis em cinzas vulcânicas) são os mais raros ungulados sul-americanos. Por serem portadores de características muito singulares, os pirotérios consistem em um dos mais misteriosos eutérios descritos. São mamíferos de grande porte, considerados os maiores ungulados nativos da América do Sul. São caracterizados pelo crânio alongado e estreito, no qual a abertura nasal é situada no topo, o que sugere o desenvolvimento de uma possível probóscide. Apresentam fórmula dentária reduzida, os incisivos são longos e fortes, com dois pares superiores e um par inferior, desenvolvidos em enormes "presas" e apresentando esmalte apenas na face labial. Os dentes pós-caninos possuem coroa baixa, são tetracuspidados (exceto P2 e p2 que são tricuspidados) e com tendência à bilofodontia (Paula-Couto, 1979), portanto, os pré-molares têm aspecto molariforme.

Desde a descrição do grupo, múltiplas hipóteses já foram levantadas a respeito de suas relações filogenéticas com outras ordens de mamíferos, principalmente placentários. Alguns autores propuseram o parentesco entre os pirotérios e proboscídeos, principalmente, devido à presença de dentição bilofodonte, dentes incisivos especializados em "presas" e morfologias do carpo e metacarpo (Ameghino 1895, 1897; Loomis 1914). Outros autores referem essas similaridades entre pirotérios e proboscídeos como convergências e sugerem seu relacionamento com os xenungulados

(Simpson 1945) ou marsupiais diprotodontes (Lydekker 1893; Loomis 1921). Recentemente, Billet (2010), com base em características craniodentais, propõe relações filogenéticas com os Notoungulata, mais especificamente com *Notostilops*, um notoungulado Casamaiorense (Eoceno), corroborando as idéias de Scott (1913) e Patterson (1977), que já haviam levantado as possíveis relações de parentesco entre Pyrotheria e Notoungulata.

Poucas são as espécies conhecidas pertencentes a este grupo. A família Pyrotheriidae foi criada com base no gênero *Pyrotherium* Ameghino, 1888 (Ameghino, 1889) e, praticamente, todos os estudos realizados sobre os membros desta família utilizam apenas as características dentárias. O gênero *Pyrotherium* é registrado para os sedimentos paleógenos da Argentina (*Pyrotherium romeroi*) e Bolívia (*Pyrotherium macfaddeni*) e tem sido encarado como o principal fóssil guia da idade deseadense (Marshall *et al*., 1986a). A espécie tipo *Pyrotherium romeroi* foi proposta com base em um incisivo e dois pré-molares (P1-2) superiores. Posteriormente, diversos outros materiais dentários, cranianos (incluindo crânio e mandíbula praticamente completos) foram atribuídos ao gênero *Pyrotherium*. Porém, fósseis do esqueleto pós-craniano são mal conhecidos, sendo *P. romeroi* praticamente a única espécie da ordem com elementos do pós-crânio descritos, sendo o representante melhor conhecido da família Pyrotheriidae (Loomis, 1914).

Outros representantes do grupo, pobremente conhecidos, são: *Propyrotherium* Ameghino, 1901 (Mustersense da Patagonia), *Griphodon* Anthony, 1924 (Eoceno do Peru), *Baguatherium* Salas *et al*., 2006 (Oligoceno Inferior do Peru), com dúvidas *Carolozittelia* Ameghino, 1901 (Eoceno da Patagônia), *Colombitherium tolimense* Hoffstetter, 1970 (Eoceno Superior da Colômbia) e *Proticia venezuelensis* Patterson, 1977 (Eoceno da Venezuela) (Sánchez-Villagra *et al*., 2000; Billet *et al*., 2010).

A ordem Pyrotheria foi assinalada para a Formação Tremembé com base em elementos pós-cranianos (principalmente vértebras cervicais associadas a fragmentos de fêmur e tíbia). Alvarenga *et al*. (2005) apresentam estes materiais como sendo de tamanho compatível aos de *Pyrotherium romeroi* e descrevem características que acreditam ser típicas da ordem Pyrotheria. Posteriormente, Couto-Ribeiro & Alvarenga (2009) registram um fragmento maxilar esquerdo contendo P4-M2 e um fragmento de maxilar direito contendo M3, tais materiais são provenientes dos mesmos sedimentos do material inicialmente atribuído à ordem.

1.2.5. Situação atual de pesquisa na Formação Tremembé

Atualmente, o sítio geológico/paleontológico Fazenda Santa Fé é o afloramento que recebe o maior número de estudantes e pesquisadores de várias universidades e instituições. Uma instituição que merece destaque é o Museu de História Natural de Taubaté (MHNT), localizado a poucos quilômetros deste afloramento, pois tem se dedicado à coleta e pesquisa nestes sedimentos. Possui uma coleção paleontológica que reúne inúmeros materiais, principalmente de vertebrados, procedentes da Fm. Tremembé.

A iniciativa de criar esta coleção foi dada por Herculano Alvarenga (atual diretor do museu acima citado) que desde 1976 tem feito visitas regulares aos afloramentos da Bacia de Taubaté, reunindo e registrando por meio de publicações vários fósseis procedentes da Fm. Tremembé. Alvarenga também realizou um trabalho junto aos operários e administradores das mineradoras locais, motivando-os e ensinando-os sobre a importância da jazida fossilífera em que trabalham. Hoje, o MHNT além de receber o apoio dos membros da mineradora, conta com uma equipe que, periodicamente, realiza saídas de campo às localidades acima mencionadas.

Vale ressaltar que apesar de muito material ser perdido durante a exploração da argila é, principalmente, por meio da atividade dessas empresas extrativas que se tem acesso aos fósseis, visto que a utilização de máquinas pesadas é essencial para a retirada das camadas sedimentares. Seria praticamente inviável se a exploração do terreno tivesse por objetivo unicamente a pesquisa paleontológica, pois o tempo dispensado e os custos seriam altíssimos frente ao volume de fósseis obtidos.

Apesar dos numerosos estudos paleontológicos já realizados com o material fossilífero da Fm. Tremembé, muito ainda deve ser feito. Em relação ao conhecimento dos mamíferos, desde o mais abrangente trabalho sobre o grupo (Soria & Alvarenga, 1989), pouco foi acrescido sobre a mastofauna fóssil da Bacia de Taubaté, ainda que nos últimos anos têm sido encontrados nestes sedimentos restos de mamíferos. Estes novos achados contribuem para a discussão da idade e a relação de sua fauna, principalmente, com comunidades fósseis de mamíferos patagônicos e bolivianos. Ressalta-se ainda, a importância da Bacia de Taubaté por abrigar os únicos mamíferos de idade oligo-miocênica conhecidos, até o momento, no Brasil.

5. CONCLUSÕES

1 – Materiais inéditos de Metatheria, Cingulata, Notoungulata e Pyrotheria foram apresentados e identificados na Formação Tremembé. Três táxons distintos de metatérios foram reconhecidos, sendo os materiais dentários DGM-1094-M, MHNT-VT-1400 e MHNT-VT-1401 pertencentes a um representante da família Proborhyaenidae e o material pós-craniano do espécime MHNT-VT-1101 identificado como um Metatheria Hathliacynidae, morfologicamente próximo de *Sipalocyon*, do Mioceno de Santa Cruz, Argentina. Para a ordem Pyrotheria, um novo exemplar constituído por P4-M2 esquerdos e M3 direito (MHNT-VT-1846) foi reconhecido como um membro da família Pyrotheriidae, cujos dentes apresentam caracteres próximos aos do gênero *Pyrotherium*.

2 – Reavaliações de materiais previamente estudados dos grupos Cingulata, Litopterna, Astrapotheria e Notoungulata foram feitas a fim de implementar o conhecimento dos espécimes e confirmar a identificação dos táxons. O fragmento dentário (DGM-1089-M) é aqui atribuído a *Rhynchippus brasiliensis* que, como *Taubatherium paulacoutoi*, parece ser uma espécie polimórfica quanto aos caracteres dentários. Com base em materiais dentários, *Taubatherium paulacoutoi* é o único Leontiniidae seguramente descrito para a Formação Tremembé, embora um novo material pertencente a esta família seja aqui apresentado, porém não identificado em nível específico.

3 – A apuração da idade geológica e a reconstituição do paleoambiente com base na comparação dos fósseis relacionados indica idade Deseadense Superior para os sedimentos da Formação Tremembé, provavelmente, Oligoceno tardio ou com menor probabilidade Mioceno Inferior, ou seja, ao redor de 23,5 a 24 milhões de anos. A paleomastofauna analisada colabora para reforçar a idéia de um paleoambiente ligado a uma região de beira de lago e sugere que existia uma vegetação aberta ou mista, possivelmente, relacionada a um clima subtropical.

6. RESUMO

Com base em novos fósseis de mamíferos coletados na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil e na reavaliação dos materiais anteriormente estudados e coletados nesta mesma localidade, é apresentado um panorama da paleomastofauna desta Formação. Foram feitas redescrições de materiais de alguns grupos, melhorando o conhecimento anatômico de alguns espécimes. A ampliação da diversidade conhecida de mamíferos fósseis deve-se a materiais inéditos coletados no afloramento da Fazenda Santa Fé (Tremembé) e depositados no Museu de História Natural de Taubaté (MHNT). As comparações foram feitas com materiais de outras localidades da América do Sul, de idade igual ou semelhante, que confirmam a identificação de diversos táxons, contribui com a reconstituição do paleoambiente e a determinação da idade dos sedimentos da Formação Tremembé. Três novos táxons de metatérios são reconhecidos, sendo dois deles representados por material de excelente valor diagnóstico. São reconhecidos um Proborhyaenidae de médio porte (no lugar de um suposto Borhyaenidae) e um Metatheria da família Hathliacynidae (próximo de *Sipalocyon*) de tamanho semelhante ao de um gambá atual (*Didelphis*). A presença de um material dentário de Pyrotheriidae, juntamente com material pós-craniano, também contribui com características diagnósticas de um táxon distinto de outros membros da família. O fragmento dentário até então identificado como de um Notohippidae indeterminado é aqui atribuído a *Rhynchippus brasiliensis* que, como *Taubatherium paulacoutoi*, parece ser uma espécie polimórfica quanto aos caracteres dentários. Com base em materiais dentários, *Taubatherium paulacoutoi* é o único Leontiniidae seguramente descrito para a Formação Tremembé. Entretanto, um novo material pertencente a esta família é aqui apresentado, porém com dados insuficientes para uma melhor identificação. Os materiais analisados reforçam, para a Formação Tremembé, a idade Deseadense Superior, ou ainda, sugerem idade Oligoceno Superior ou, com menor probabilidade, Mioceno Inferior, ou seja, ao redor de 23,5 a 24 milhões de anos. Os mamíferos colaboram também para reforçar a idéia de um paleoambiente ligado a uma região de beira de lago, com grande oferta de peixes, principalmente, durante as estações de estiagem, que atraía um grande número de animais oportunistas.

7. ***ABSTRACT***

This study presents a comprehensive panorama of the fossil mammal fauna of the Tremembé Formation, Taubaté Basin, São Paulo State, Brazil based on recently collected materials, and revaluation of previous specimens collected from the same fossil quarries. We improved our understanding of previously examined material by making new descriptions, and our appreciation of the diversity of fossil mammals in this area was further enhanced by studies on hitherto unpublished collections from outcrops at the Fazenda Santa Fé (Tremembé) that are now deposited in the Museu de História Natural de Taubaté (MHNT). Comparisons were made with fossil collections of the same or similar age from other localities in South America. The comparisons helped confirm the identity of diverse taxa, and contributed to a reconstruction of the palaeoenvironment, and to the determination of the age of the sediments in the Tremembé Formation. Three new Metatheria taxa were recognised, two of which were based on material with excellent diagnostic features: they comprise a medium sized Proborhyaenidae (previously identified as a supposed Borhyaenidae), and a Metatheria of the family Hathliacynidae (a close relative of *Sipalocyon*) that was similar in size to the recent opossum (*Didelphis*). A dental and also post-cranial material of the Pyrotheriidae provided diagnostic characters for a new taxon distinct from other members of the pyrotheriids. Another dental fragment previously identified as an undetermined Notohippidae, we attribute to *Rhynchippus brasiliensis* which, like *Taubatherium paulacoutoi*, seems to be a rather polymorphic species with regard to dental features. *Taubatherium paulacoutoi* is the only Leontiniidae that has been identified with confidence for Tremembé, and whilst we assign the new material to this family, the data are insufficient for a more positive identification. The analysed materials reinforce the view that the Tremembé Formation belongs to the Upper Deseadense, or perhaps the Upper Oligocene, or more unlikely the Lower Miocene, i.e. around 23.5-24 mya. These mammal fossils also support the idea of a palaeoenvironment that was a lakeside habitat, with the occurerence of many fish, mainly, in the dry season, that may have attracted a large number of opportunistic animals.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, E.A.L.; Avilla, L.S. & Vizcaino, S.F. 2005. New material of the enigmatic cingulate *Eocoleophorus glyptodontoides* Oliveira, Ribeiro & Bergqvist, 1997 (Mammalia: Cingulata) from Taubaté Basin, São Paulo State, Brazil. *In*: Boletim de Resumos – II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados. p.14-16. Rio de Janeiro, Museu Nacional/UFRJ.

Abrantes, E.A.L. & Bergqvist, L. P. 2006. Proposta filogenética para os Dasypodidae (Mammalia: Cingulata). *In:* Gallo, V.; Brito, P.M.; Silva, H.M.A. & Figueiredo, F.J. (eds.). *Paleontologia de vertebrados: grandes temas e contribuições científicas*, p.261-274. Rio de Janeiro, Interciência.

Almeida, F.F.M. 1955. As camadas de São Paulo e a tectônica da Serra da Cantareira. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia,* São Paulo, 4(2): 23-40.

Alvarenga, H. 1982. Uma gigantesca ave fóssil do Cenozóico brasileiro: *Physornis brasiliensis* sp. n. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 54(4): 697-712.

Alvarenga, H. 1985. Notas sobre os Cathartidae (Aves) e descrição de um novo gênero do Cenozóico brasileiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 57(3): 349-357.

Alvarenga, H. 1988. Ave fóssil (Gruiformes: Rallidae) dos folhelhos da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 60(3): 321-328.

Alvarenga, H. 1990. Flamingos fósseis da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil: descrição de nova espécie. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 62(4): 335-345.

Alvarenga, H. 1993. *Paraphysornis* novo gênero para *Physornis brasiliensis* Alvarenga, 1982 (Aves: Phorusrhacidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 65(4): 403-406.

Alvarenga, H. 1995. Um primitivo membro da ordem Galliformes (Aves) do Terciário Médio da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências,* 67(1): 33-44.

Alvarenga, H. 1999. A fossil screamer (Anseriformes: Anhimidae) from the Middle Tertiary of Southeastern Brazil. *In*: Olson, S.L. (ed.). *Avian Paleontology at the close of the 20th Century: Proceedings of the 4th International Meeting of the Society of Avian Paleontology and Evolution*. p.223-230. Washington, Smithsonian Contributions to Paleobiology.

Alvarenga, H.; Mendonça, R.; Avilla, L.S. & Bergqvist, L.P. 2005. A Pyrotheria (Mammalia) from the Taubaté Basin, São Paulo State, Brazil. *In*: Boletim de Resumos – II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados. Museu Nacional/UFRJ, Rio de Janeiro. p.19-20.

Alvarenga, H.; Couto-Ribeiro, G. & Silva, D. 2007. Contribution of fossil birds to the age determination of the Tremembé Formation, Taubaté Basin, Brazil. *In*: Libro de Resúmenes. p.1. XXIII Jornadas Argentinas de Paleontologia de Vertebrados. Trelew, Patagonia Argentina.

Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Academia de Ciencias de Córdoba*, Actas 6: 1-1027.

Ameghino, F. 1891. Mamíferos y aves fósiles argentinas. Especies nuevas, adiciones y correcciones. *Revista Argentina de Historia Natural*, 1: 240-328.

Ameghino, F. 1895. Première contribution à la connaissance de la faune mammalogique des couches à *Pyrotherium*. *Boletín del Instituto Geográfico Argentino, Buenos Aires*, 15: 603-660.

Ameghino, F. 1897. Mammifères crétacés de l'Argentine (Deuxième contribution à la connaissance de la faune mammalogique des couches à *Pyrotherium*). *Boletín del Instituto Geográfico Argentino*, 18: 406-521.

Ameghino, F. 1901. Notices préliminaires sur les mammifères nouveaux des terrains crétacés de Patagonie. *Boletín de la Academia de Ciencias de Córdoba,* 16: 349-426.

Argot, C. 2001. Functional-adaptative anatomy of the forelimb in the Didelphidae, and the paleobiology of the Paleocene marsupials *Mayulestes ferox* and *Pucadelphys andinus*. *Journal of Morphology*, 247: 51-79.

Argot, C. 2002. Functional-adaptative analysis of the hindlimb anatomy of extant marsupials and the paleobiology of the Paleocene marsupials *Mayulestes ferox* and *Pucadelphys andinus*. *Journal of Morphology*, 253: 76-108.

Argot, C. 2003a. Functional adaptations of the postcranial skeleton of two Miocene borhyaenoids (Mammalia, Metatheria), *Borhyaena* and *Prothylacinus*, from South America. *Paleontology*, 46(6): 1213-1267.

Argot, C. 2003b. Postcranial functional adaptations in South American Miocene borhyaenoids (Mammalia, Metatheria): *Cladosictis*, *Pseudonotictis* and *Sipalocyon*. *Alcheringa*, 27: 303-356.

Argot, C. 2003c. Functional-adaptative anatomy of the axial skeleton of the some extant marsupials and the paleobiology of the Paleocene marsupials *Mayulestes ferox* and *Pucadelphys andinus*. *Journal of Morphology*, 255: 279-300.

Argot, C. 2004. Evolution of South American mammalian predators (Borhyaenoidea): anatomical and palaeobiological implications. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 140: 487-521.

Avilla, L.S.; Bergqvist, L.P.; Alvarenga, H. & Mendonça, R. 2005. Systematic revision of the Astrapotheria (Mammalia: Ungulata *incertae sedis*) from Tremembé Formation (Deseadan SALMA, Late Oligocene – Early Miocene), Taubaté Basin, São Paulo State, Brazil. *In*: Boletim de Resumos – II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados. Museu Nacional/UFRJ, Rio de Janeiro. p.40-41.

Babot, M.J.; Powell, J.E. & Muizon, C. 2002. *Callistoe vincei*, a new Proborhyaenidae (Borhyaenoidea, Metatheria, Mammalia) from the Early Eocene of Argentina. *Geobios*, 35: 615-629.

Bergqvist, L.P. & Ribeiro, A.M. 1998. A paleomastofauna das Bacias eoterciárias brasileiras e sua importância na datação das Bacias de Itaboraí e Taubaté. *Asociación Paleontológica Argentina*, Publicación Especial, 5: 19-34.

Bergqvist, L.P.; Ribeiro, A.M. & Villanueva, J.B. 1998. Primata, roedores e litopternas do Mio/Plioceno da Amazônia Sul-Ocidental (Formação Solimões, Bacia do Acre), Brasil. *Geología Colombiana*, 23: 19-29.

Bergqvist, L.P.; Abrantes, E.A.L. & Avilla, L.S. 2004. The Xenarthra (Mammalia) of São José de Itaboraí Basin (upper Paleocene, Itaboraian), Rio de Janeiro, Brazil. *Geodiversitas*, 26(2): 323-337.

Bertini, R.J.; Marshall, L.G. & Brito, P. 1993. Vertebrate faunas from the Adamantina and Marilia formations (upper Bauru Group, Late Cretaceous, Brazil) in their stratigraphic and paleobiogeographic context. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 188: 71-101.

Billet, G. 2008. La faune de notongulés (Mammalia) de l'Oligocène supérieur de Salla (Bolivie): phylogénie et affinités d'un groupe d'ongulés endémiques du Tertiaire d'Amérique du Sud. Ph.D. diss., Paris, 430p.

Billet, G. 2010. New observations on the skull of *Pyrotherium* (Pyrotheria, Mammalia) and new phylogenetic hypotheses on South American ungulates. *Journal Mammal Evolution*, 17: 21–59.

Billet, G.; Muizon, C. & Quispe, B.M. 2008. Late Oligocene mesotheriids (Mammalia, Notoungulata) from Salla and Lacayani (Bolivia): implications for basal mesotheriid phylogeny and distribution. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 152: 153–200.

Billet, G.; Blondel, C. & Muizon, C. 2009a. Dental microwear analysis of notoungulates (Mammalia) from Salla (Late Oligocene, Bolivia) and discussion on their precocious hypsodonty. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 274: 114–124.

Billet, G.; Patterson, B. & Muizon, C. 2009b. Craniodental anatomy of late Oligocene archaeohyracids (Notoungulata, Mammalia) from Bolivia and Argentina and new phylogenetic hypotheses. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 155: 458–509.

Billet, G.; Orliac, M.; Antoine, P.O. & Jaramillo, C. 2010. New observations and reinterpretation on the enigmatic taxon Colombitherium (?Pyrotheria, Mammalia) from Colombia. *Paleontology*, 53(2): 319–325.

Bond, M.; Reguero, M.A.; Vizcaíno, S.F. & Marenssi, S.A. 2006. A new ‘South American ungulate’ (Mammalia: Litopterna) from the Eocene of the Antarctic Peninsula. *The Geological Society of London*. 163-176p.

Bordas, A. 1939. Algunos mamíferos de las capas con *Colpodon* del Valle del Rio Chubut (República Argentina). *Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales*, 14: 413-436.

Bostelmann, E.T.; Rinderknecht, A. & Lecuona, G. 2008. Los Eutatini (Mammalia, Dasypodidae) del Uruguay. *In*: III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Neuquén, Patagonia Argentina. p.28.

Brito, I.M. 1979. *Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil*. Rio de Janeiro, Editora Interciência Ltda., 179p.

Capilla, R. 1994. Um ofídio da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66(2): 253.

Carlini, A.A.; Vizcaíno, S.F. & Scillato-Yané, G.J. 1995. Armored xenarthrans: a unique taxonomic and ecologic assemblage. *In*: Kay, R.F.; Madden, R.H.; Cifelli, R.L. & Flynn, J.J. (eds.). *Vertebrate Paleontology in the Neotropics – The Miocene fauna of La Venta, Colombia*. p. 213-226. Washington, Smithsonian Institution Press.

Carlini, A.A.; Ciancio, M.R.; Scillato-Yané, G.J.; Wyss, A. & Flynn, J.J. 2005. Nuevos y primitivos Euphractinae (Mammalia, Xenarthra, Dasypodidae) del Tinguiririquense (Oligoceno) de Chile. Su importancia evolutiva y bioestratigráfica regional. *Ameghiniana*, 42(4 suplemento): 19R.

Carneiro, C.D.R.; Hasui, Y. & Giancursi, F.D. 1976. Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos. *In*: Anais do 29º Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Ouro Preto, 4: 247-256.

Case, J. A., Goin, F. J. & Woodburne, M. O. 2004. “South American” marsupials from the Late Cretaceous of North America and the origin of marsupial cohorts. *Journal of Mammalian Evolution*, 11(3/4): 223-255.

Castro, A.C.J.; Fernandes, A.C.S. & Carvalho, I.S. 1988. Coprólitos de aves da Bacia de Taubaté, SP. *In*: Anais do 35º Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Belém, 6: 2358-2370.

Chiappe, L.M. 1988. Un nuevo *Caiman* (Crocodylia, Alligatoridae) de la Formación Tremembé (Oligoceno), Estado de São Paulo, Brasil, y su significado paleoclimático. *Paula-Coutiana*, (3): 49-66.

Ciancio, M.R. & Carlini, A.A. 2008. Cambios en el patrón morfológico de los osteodermos de Dasypodidae (Xenarthra, Mammalia). *In*: III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Neuquén, Patagonia Argentina. p.58.

Ciancio, M.R.; Carlini, A.A. & Scillato-Yané, G.J. 2008. Un armadillo del Oligoceno de Salla (Bolivia) con un conjunto de caracteres peculiares. *In*: III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Neuquén, Patagonia Argentina. p.59.

Cifelli, R.L. 1983a. Eutherian tarsals from the late Paleocene of Brazil. *American Museum Novitates*, n. 2761: 1-31.

Cifelli, R.L. 1983b. The origin and affinities of the South American Condylarthra and early Tertiary Litopterna (Mammalia). *American Museum Novitates*, n. 2772: 1-49.

Cifelli, R.L. 1993. The phylogeny of the native South American Ungulates. *In*: Szalay, F.S.; Novacek, M.J. & McKenna, M.C. (eds.). *Mammals phylogeny*: *Placentals*. p.195-216. New York, Verlag.

Colwell, J. 1965. A new notoungulate of the family Leontiniidae from the Miocene of Colombia. Tese de Doutorado da Universidade da California, Berkeley. 73p.

Couto-Ribeiro, G.; Vieira, M.R. & Alvarenga, H. 2005. Marsupiais fósseis da Bacia de Taubaté, Formação Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. *In*: Boletim de Resumos – II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados. Museu Nacional/UFRJ. Rio de Janeiro. p.19-20.

Couto-Ribeiro, G. & Alvarenga, H. 2009. Primeiro registro de dentes de *Pyrotherium* para a Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. *In*: Paleo 2009 – Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia: Núcleo São Paulo, São Paulo, UNG. p21.

Czaplewski, N.J. 1995. Chiroptera. *In*: Kay, R.F.; Madden, R.H.; Cifelli, R.L. & Flynn, J.J. (eds.). *Vertebrate Paleontology in the Neotropics – The Miocene fauna of La Venta, Colombia*. p. 410-431. Washington, Smithsonian Institution Press.

Derby, O.A. 1895. A denominação “Serra da Mantiqueira”. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico*, São Paulo, 1: 3-15.

Duarte, L. & Mandarim-de-Lacerda, A.F. 1989a. Flora cenozóica do Brasil: Fm. Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. II: *Luehea nervaperta* n. sp. (Tiliaceae). *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia. SBP, Curitiba. p.383-394.

Duarte, L. & Mandarim-de-Lacerda, A.F. 1989b. Flora cenozóica do Brasil: Fm. Tremembé, Bacia de Taubaté, São Paulo. III: Frutos (Phytolaccaceae e Leguminosae). *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia. SBP, Curitiba. p.395-410.

Duarte, L. & Mandarim-de-Lacerda, A.F. 1992. Flora cenozóica do Brasil: Fm. Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. I: Celastraceae, Loganiaceae e Typhaceae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 64(1): 29-41.

Fereira, C.S. 1974. Gastrópodes pulmonados de água doce da Formação Tremembé, São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro*, 46: 663-666.

Figueiredo, F.J. & Costa-Carvalho, B.C.M. 1999. *Plesiocurimata alvarengai* gen. et sp. nov. (Teleostei: Ostariophysi: Curimatidae) from the Tertiary of Taubaté Basin, São Paulo State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 71(4-II): 885-893.

Forasiepi, A.; Goin, F.J. & Martino, V. 2003. Una nueva especie de *Lycopsis* (Metatheria, Prothylacyninae) de la Formación Arroyo Chasicó (Mioceno Tardío) de la Provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana*, 40(2): 249-253.

Forasiepi, A.; Sánchez-Villagra,M.; Goin, F.J.; Kay, R.; Madden, R. & Takai, M. 2006. A new Hathliacynidae (Metatheria, Sparassodonta) from the Middle Miocene of Quebrada Honda, Bolivia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 26(3): 670-684.

Goin, F. J. 1995. Los Marsupiales. *In:* Alberdi, M.A.; Leone, G. & Tonni, E.P. (eds.). Capítulo 7, *Evolución biológica y climática de la Región Pampeana durante los últimos cinco millones de años. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo occidental*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 423p.

Goin, F.J., Carlini, A.A. & Pascual, R. 1986. Un probable marsupial del Cretácico tardio del norte de Patagonia, Argentina. *In*: IV Congreso de Paleontología y Bioestratigrafía, Mendoza, 2: 43-47.

Goin, F.J. & Pascual, R. 1987. News on the biology and taxonomy of the marsupials Thylacosmilidae (late Tertiary of Argentina). *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires*, 39: 219-246.

Goin, F. J. & Pardiñas, U.F.J. 1996. Revisión de las especies del género *Hyperdidelphys* Ameghino, 1904 (Mammalia, Marsupialia, Didelphidae). Su significación filogenética, estratigráfica y adaptativa en el Neógeno del Cono Sur Sudamericano. *Estudios Geológicos*, 52: 327-359.

Gunnell, G.F. & Simmons, N.B. 2005. Fossil evidence and the origin of bats. *Journal of Mammalian Evolution*, 12(1/2): 209-246.

Hand, S.J. 1990. First Tertiary molossid (Microchiroptera: Molossidae) from Australia: its Phylogenetic and Biogeographic implications. *Memoirs of the Queensland Museum,* 28(l): 175-192.

Hitz, R.B.; Flynn, J.J. & Wyss, A.R. 2006. New basal Interatheriidae (Typotheria, Notoungulata, Mammalia) from the Paleogene of Central Chile. *American Museum Novitates*, n. 3520: 1-32.

Hoffstetter, R. & Petter, G. 1983. *Paraborhyaena boliviana* et *Andinogale sallensis*, deux marsupiaux (Borhyaenidae) nouveaux du Déséadien (Oligocène Inférieur) de Salla (Bolivie). *Académie des Sciences de Paris*, 296: 205-208.

Johnson, S.C. & Madden, R.H. 1997. Uruguaytheriine astrapotheres of Tropical South America. *In*: Kay, R.F.; Madden, R.H.; Cifelli, R.L. & Flynn, J.J. (eds.). *Vertebrate Paleontology in the Neotropics – The Miocene fauna of La Venta, Colombia*. p. 355-381. Washington, Smithsonian Institution Press.

Kischlat, E.E. 1993. *Quélidas: Chelonii, Pleurodira da Bacia de Taubaté, Cenozóico do Estado de São Paulo, Brasil*. Tese de Mestrado. Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 241p.

Kramarz, A.G. 2009. Adiciones al conocimiento de *Astrapothericulus* (Mammalia, Astrapotheria): anatomía cráneo-dentaria, diversidad y distribución. Revista Brasileira de Paleontologia, 12(1): 55-66.

Kramarz, A.G. & Bond, M. 2005. Los Litopterna (Mammalia) de la Formación Pinturas, Mioceno Temprano-Medio de Patagonia. *Ameghiniana*, 42(3): 611-625.

Kramarz, A.G. & Bond, M. 2009. A new Oligocene Astrapothere (Mammalia, Meridiungulata) from Patagonia and a new appraisal of astrapothere phylogeny. Journal of Systematic Paleontology, 7(1): 117-128.

Legendre, S. 1984. Identification de deux sous-genres fossiles et compréhension phylogénique du genre *Mormopterus* (Molossidae, Chiroptera). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 298(16): 715-720.

Leinz, V. & Amaral, S.E. 1989. *Geologia geral*. 11ed. São Paulo, Editora Nacional. 399p.

Lima, M.R.; Salard-Cheboldaeff, M. & Suguio, K. 1985. Etude palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Bassin de Taubaté (Etat de São Paulo, Bresil) d' après les echantillons du sondage n.42 du CNP. *In:* VIII Congresso Brasileiro de Paleontologia. p.378-3938. Rio de Janeiro, Coletânea de Trabalhos Paleontológicos, DNPM, Série Geologia, n.27, Seção Paleontologia, n.2.

Lindenau, C. 2005. *Zahnschmelzmikrostrukturen südamerikanischer Huftiere*. Dissertation Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn. 244p.

Loomis, F.B. 1914. The Deseado Formation of Patagonia. *Eigth Amherst Expedition: Massachusetts*, *Amherst College*. 252p.

Loomis, F.B. 1921. Origin of South American faunas. *Bulletin Geological Society of America*, 32: 187–196.

Luo, Z.X; Ji, Q.; Wible, J.R. & Yuan, C-X. 2003. An Early Cretaceous tribosphenic mammal and metatherian evolution. *Science*, 302: 1934-1940.

Lydekker, R. 1893. Contributions to a knowledge of the fossil vertebrates of Argentina: a study of the extinct ungulates of Argentina. *Anales Museo de La Plata*, 2: 1–91.

MacFadden, B.J.; Campbell, K.E.; Cifelli, R.L.; Siles, O.; Johnson, N.M.; Naeser, C.W & Zeitler, P.K. 1985. Magnetic polarity stratigraphy and mammalian fauna of the Deseadan (Late Oligocene-Early Miocene) Salla Beds of Northern Bolivia. *The Journal of Geology*, 93(3): 223-250.

Madden, R.H. 1990. *Miocene Toxodontidae (Notoungulata, Mammalia) from Colombia, Ecuador and Chile*. PhD. Thesis, Duke University. 410p.

Malabarba, M.C.S.L. 1998. Phylogeny of fossil Characiformes and paleobiogeography of the Tremembé Formation, São Paulo, Brazil. *In:* Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z.M. & Lucena, C.A.S. (eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. p. 69-84. Porto Alegre, Edipucrs.

Malabarba, M.C.S.L. 2000. Os peixes da Formação Tremembé e paleobiogeografia da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Universidade de Guarulhos: Geociências*, São Paulo, 5(6): 36-46.

Malabarba, M.C.; Lundberg, J. 2007. A fossil loricariid catfish (Siluriformes: Loricarioidea) from the Taubaté Basin, eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5(3): 263-270.

Marani, H. & Dozo, M.T. 2008. El cráneo más completo de *Eurygenium latirostris* Ameghino, 1895 (Mammalia, Notoungulata), un Notohippidae del Deseadense (Oligoceno Tardío) de la Patagonia, Argentina. *Ameghiniana*. 45(3): 619-626.

Marshall, L.G. 1977. Cladistic analysis of borhyaenoid, dasyuroid, didelphoid and thylacinid (Marsupialia: Mammalia) affinity. *Systematic Zoology*, 26 (4): 410-425.

Marshall, L.G. 1985. Geochronology and land-mammal biochronology of the transamerican faunal interchange. *In*: Stehli, F.G. & Webb, S.D. (eds.). *The great American biotic interchange*, p.49-85. New York, Plenum Press.

Marshall, L.G. & Pascual, R. 1978. Una escala temporal radiometrica preliminar de las edades-mamifero del Cenozoico Medio y Tardio sudamericano. *Centenario del Museo de La Plata*, 5: 11-28.

Marshall, L.G.; Hoffstetter, R. & Pascual, R. 1983. Mammals and stratigraphy: geochronology of the continental mammal-bearing Tertiary of South America. *Paleovertebrata, Memoire Extraordinaire*, 1-93.

Marshall, L.G.; Hoffstetter, R. & Pascual, R. 1985. Drifting continents, mammals, and time scales: current developments in South America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 5(2): 169-174.

Marshall, L.G.; Cifelli, R.L.; Drake, R.E. & Curtis, G.H. 1986a. Vertebrate paleontology, geology and geochronology of the Tapera de Lópes and Scarritt Pocket, Chubut Province, Argentina. *Journal of Paleontology*, 60(4): 920-951.

Marshall, L.G.; Drake, R.E.; Curtis, G.H.; Butler, R.F.; Flanagan, K.M. & Naeser, C.W. 1986b. Geochronology of type Santacrucian (Middle Tertiary) land mammal age, Patagonia, Argentina. *The Journal of Geology*, 94: 449-457.

Marshall, L.G. & Muizon, C. 1988. The dawn of the age of mammals in South America. *Nat. Geogr. Res*., 4: 23-55.

Marshall, L.G., Case, J.A. & Woodburne, M.O. 1990. Phylogenetic relationships of the families of marsupials. *In:* Genoways, H.H. (ed.). *Current mammalogy*. p.433-505. New York, Plenum Press.

Martins-Neto, R.G. 1989. Novos insetos Terciários do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 19(3): 375-386.

Martins-Neto, R.G. 1997a. A paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: descrição de novos hemípteros (Insecta). *Revista Universidade de Guarulhos: Geociências*, São Paulo, 2(6): 66-69.

Martins-Neto, R.G. 1997b. Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. III-Família Tabanidae. *Acta Geológica Leopoldensia*, Rio de Janeiro, 44(20): 51-57.

Martins-Neto, R.G. 1998a. A paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: novos hemípteros, Auchenorrhyncha, Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera (Insecta). *Revista Universidade de Guarulhos: Geociências*, São Paulo, 3(6): 5-21.

Martins-Neto, R.G. 1998b. A paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: descrição de novos lepidópteros (Insecta). *Acta Geológica Leopoldensia*, Rio de Janeio, 21(46/47): 75-82.

Martins-Neto, R.G. 1998c. Novos aportes ao conhecimento sobre a morfologia de *Bechleja robusta* Martins-Neto & Mezzalira, 1991, crustáceo carídeo da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. *Revista Universidade de Guarulhos: Ciências Exatas e Tecnológicas*, São Paulo, 3(4): 62-65.

Martins-Neto, R.G. 1999. Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. II - Famílias Mycetophilidae, Empididae e Tipulidae. *Revista Universidade de Guarulhos: Geociências*, São Paulo, 4(6): 116-129.

Martins-Neto, R.G. 2001. Review of some Insecta from Mesozoic and Cenozoic Brazilian deposits with descriptions of new taxa. *Acta Geológica Leopoldensia*, São Paulo, 24(52/53): 115-124.

Martins-Neto, R.G. & Mezzalira, S. 1991. Revisão dos paleomonídeos terciários brasileiros (Crustacea, Caridea) com descrição de novos taxa. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 63(4): 361-367.

Martins-Neto, R.G; Vieira, F.R.M.; Kucera-Santos, J.C. & Fragoso, L.M.C. 1992a. Dípteros (Insecta, Empidoidea) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. I - Família Hybotidae. *Acta Geológica Leopoldensia*, Rio de Janeiro, 36(15): 31-48.

Martins-Neto, R.G; Kucera-Santos, J.C.; Vieira, F.R.M. & Fragoso, L.M.C. 1992b. Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo, II - Famílias Tipulidae, Empididae e Chironomidae. Boletim de resumos expandidos, 37º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, 2: 494-496.

Martins-Neto, R.G; Kucera-Santos, J.C.; Vieira, F.R.M. & Fragoso, L.M.C. 1993. Nova espécie de borboleta (Lepidoptera: Nymphalidae: Satirynae) da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. *Acta Geológica Leopoldensia*, Rio de Janeiro, 37(16): 5-16.

McKenna, M.C. & Bell, S.K. 1997. *Classification of mammals above the species level*. New York, Columbia University Press, 631p.

Melo, D.J. 2007. *Significado paleoambiental da fauna preservada na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 197p.

Melo, M.S.; Riccomini, C.; Hasui, Y.; Almeida, F.F. & Coimbra, A.M. 1985. Geologia e evolução do sistema de Bacias trafogênicas continentais do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 15(3): 193-201.

Mendonça, R. 2007. *Revisão dos toxodontes pleistocênicos brasileiros e considerações sobre Trigodonops lopesi (Roxo, 1921) (Notoungulata, Toxodontidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 104p.

Mones, A. & Ubilla, M. 1978. La edad Deseadense (Oligoceno Inferior) de la Formación Fray Bentos y su contenido paleontológico, con especial referencia a la presencia de *Proborhyaena* cf. *gigantea* (Marsupialia: Borhyaenidae) en el Uruguay. Nota preliminar. *Comunicaciones Paleontológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*, 7(1): 151-158.

Moraes-Rego, L.F. 1933. As formações geológicas do Estado de São Paulo. *Anuário da Escola Politécnica de São Paulo*, 2: 231-267.

Muizon, C. 1994. A new carnivorous marsupial from the Palaeocene of Bolivia and the problem of marsupial monophyly. *Nature,* 370: 208-211.

Muizon, C. 1998. *Mayulestes ferox*, a borhyaenoid (Metatheria, Mammalia) from the early Palaeocene of Bolivia. Phylogenetic and palaeobiologic implications. *Geodiversitas,* 20(1): 19-142.

Muizon, C. 1999. Marsupial skulls from the Deseadan (Late Oligocene) of Bolivia and phylogenetic analysis of the Borhyaenoidea (Marsupialia,Mammalia). *Geobios*, 32 (3): 483–509.

Muizon, C & Cifelli, R.L. 2001. A new basal “didelphoid” (Marsupialia, Mammalia) from the early Paleocene of Tiupampa (Bolívia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 21(1): 87-97.

Murphy, W.J.; Eizirik, E.; Johnson, W.E.; Zhang, Y.P.; Ryder, O.A. & O’Brien, S.J. 2001. Molecular phylogenetics and the origin of placental mammals. *Nature*, 409: 614.

Naeser, C.W.; Mckee, E.H.; Johnson, N.M. & MacFadden, B.J. 1987. Confirmation of a late Oligocene-Early Miocene age of the Deseadan Salla Beds of Bolivia. *Journal of Geology*, 95: 825-828.

Oliveira, E.V.; Ribeiro, A.M. & Bergqvist, L.P. 1997. A new Oligocene cingulate (Mammalia: Xenarthra) from the Taubaté Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69(4): 461-470.

Olson, S.L. & Alvarenga, H. 2002. A new genus of small teratorn from the Middle Tertiary of the Taubaté Basin, Brazil (Aves: Teratornithidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 115(4): 701-705.

Pascual, R. 1984. La sucesion de las edades-mamifero, de los climas y del diastrofismo sudamericanos durante el Cenozóico: fenomenos concurrentes. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires*, 36: 15-37.

Patterson, B. 1977. A primitive pyrothere (Mammalia, Notoungulata) from the early Tertiary of Northwestern Venezuela. *Fieldiana Geol.*, 33: 397–421.

Patterson, B. & Pascual, R. 1968. Evolution of mammals on Southern continents. V- The fossil mammal fauna of South America. *The Quarterly Review of Biology*, 43: 409-451.

Paula-Couto, C. 1952. Fossil mammals from the beginning of the Cenozoic in Brazil – Notoungulata. *American Museum Novitates*, n.1568: 1-15.

Paula-Couto, C. 1954. On a notostylopid from the Paleocene of Itaborai, Brazil. *American Museum Novitates*, n.1693: 1-5.

Paula-Couto, C. 1956. Une chauve-souris fossile des argiles feuilletées Pléistocènes de Tremembé, Etat de São Paulo (Brésil). *In*: Actes du IV Congrès International du Quaternaire, Rome, 1: 343-347.

Paula-Couto, C. 1970. Novo notoungulado no Riochiquense de Itaboraí. *Iheringia. Sér. Geol*., 3:77-86.

Paula-Couto, C. 1978a. Ungulados fósseis do Riochiquense de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. II - Condylarthra e Litopterna. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 50(2): 209-218.

Paula-Couto, C. 1978b. Ungulados fósseis do Riochiquense de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. III - Notoungulata e Trigonostylopoidea. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 50(2): 219-226.

Paula-Couto, C. 1979. *Tratado de paleomastozoologia*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 590p.

Paula-Couto, C. & Mezzalira, S., 1971. Nova conceituação geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 43(suplemento): 473-488.

Pettigrew, J.D. 1986. Flying primates? Megabats have the advanced pathway from eye to midbrain. *Science*, 231: 1304.

Pettigrew, J.D., Jamieson, B.G.M.; Robson, S.K.; Hall, L.S.; McAnally, K.I. & Cooper, H.M. 1989. Phylogenetic relations between microbats, megabats and primates (Mammalia: Chiroptera and Primates). *Philos. Trans. R. Soc. Lond*., 325: 489.

Pissis, A. 1842. Mémoire sur la position géologique des terraines de la partie australe du Brésil, et sur les soulevements qui à divers époques ont changé le relief de cette contrée. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 14: 1044-1046.

Reguero, M; Ubilla, M & Perea, D. 2003. A new species of *Eopachyrucos* (Mammalia, Notoungulata, Interatheriidae) from the Late Oligocene of Uruguay. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23(2): 445–457.

Reis, N.R.; Peracchi, A.; Pedro, W.A. & Lima, I.P. 2007. *Morcegos do Brasil*. Londrina, 253p.

Ribeiro, A.M. 1994. *Leontinídeos e notohipídeos (Toxodontia, Notoungulata) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 152p.

Riccomini, C. 1989. *O rift continental do Sudeste do Brasil.* Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 256p.

Riccomini, C.; Appi, C.J.; Freitas, E.L. & Arai, M. 1987. Tectônica e sedimentação no sistema de rifts continentais da Serra do Mar (Bacias de Volta Redonda, Resende, Taubaté e São Paulo). *In*: 1º Simpósio de Geologia Regional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p. 253-298.

Riccomini, C.; Suguio, K.; Alvarenga, H.M.F. & Fittipaldi, F. 1991a. Estratigrafia e ambientes de sedimentação da porção central da Bacia de Taubaté, SP. *In: Roteiro de excursões: Bacia do Paraná I, Bacia do Paraná II e Bacia de Taubaté*. XII Congresso Brasileiro de Paleontologia. Sociedade Brasileira de Paleontologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1-29.

Riccomini, C.; Coimbra, A.M.; Suguio, K.; Mihály, P. & Maturana, E.C. 1991b. Nova unidade litoestratigráfica Cenozóica da Bacia de Taubaté, SP: Formação Pindamonhangaba. *Bol. IG-USP*, Publicação Especial, 9: 141-149.

Riff, D. & Bergqvist, L.P. 1999. Primeira ocorrência de anura na Bacia de Taubaté, SP: Oligoceno Superior. *In*: Boletim de Resumos - Congresso Brasileiro de Paleontologia, Crato/CE. 16: 90-91.

Riggs, E.S. 1935. A skeleton of *Astrapotherium*. *Geological Series of Field Museum of Natural History*, 6(13):167-177.

Rougier, G.W.; Wible, J.R. & Novacek, M.J. 1998. Implications of *Deltatheridium* specimens for early marsupial history. *Nature*, 396: 459-463.

Rougier, G.W.; Wible, J.R. & Novacek, M.J. 2004. New specimen of *Deltatheroides cretacicus* (Metatheria, Deltatheroida) from the Late Cretaceous of Mongolia. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 5: 311-330.

Saad, A.R. 1992. Potencial econômico da Bacia de Taubaté (Cenozóico do Estado de São Paulo, Brasil) nas regiões de Jacareí, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba. *Geociências*, São Paulo, 11(2): 228-229.

Sánchez-Villagra, M.R.; Burnham, R.J.; Campbell, D.C.; Feldmann, R.M.; Gaffney, E.S.; Kay, R.F.; Lozsa, N.R; Purdy, R. & Thewissen, J.G.M. 2000. A new near-shore marine fauna and flora from the Early Neogene of Northwestern Venezuela. *Journal of Paleontology*, 74: 957-968.

Scott, W.B. 1913. A history of land mammals in the Western Hemisphere. New York, The Macmillan Co.

Scott, W.B. 1937. "The Astrapotheria". *Proceedings of the American Philosophical Society,* 77(3): 300-393.

Setzer, J. 1955. Os solos do município de São Paulo (Primeira parte). *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, 20: 3-30.

Shockey, B.J. 1997. Two new Notoungulates (family Notohippidae) from the Salla Beds of Bolivia (Deseadan: Late Oligocene): systematics and functional morphology. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 17(3): 584-599.

Shockey, B.J. 1999. Postcranial osteology and functional morphology of the Litopterna of Salla, Bolivia (Late Oligocene). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 19(2): 383-390.

Shockey, B. & Daza, F.A. 2004. *Pyrotherium macfaddeni*, sp. nov. (Late Oligocene, Bolivia) and the pedal morphology of pyrotheres. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24(2): 481-488.

Shockey, B.J.; Salas, R.; Quispe, R.; Flores, A.; Sargis, E.J.; Acosta, J.; Pino, A.; Jarica, N.J. & Urbina, M. 2006. Discovery of Deseadan fossils in the upper Moquegua Formation (Late Oligocene - ?Early Miocene) of Southern Peru. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 26(1): 205-208.

Sigé, B. 1972. La faunule de mammifères de Cretacé Supérieur de Laguna Umayo (Andes péruviennes). *Bulletin Muséum National d'Histoire Natural*, Paris, 3(19): 375-408.

Silva Santos, R. 1950. Vestígio de ave fóssil nos folhelhos betuminosos de Tremembé, S. Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 22(4): 7-8.

Silva Santos, R. 1970. Nova evidência paleontológica da idade pleistocênica dos extratos da Bacia do Paraíba. *Miner. Metalurgia*, 51(301): 10.

Simmons, N.B. 1994. The case for Chiropteran Monophyly. *American Museum Novitates*, n. 3103: 54p.

Simmons, N.B.; Seymour, K.L.; Habersetzer, J. & Gunnell, G.F. 2008. Primitive Early Eocene bat from Wyoming and the evolution of flight and echolocation. *Nature*, 451: 818-822.

Simpson, G.G. 1945. The principles of classification and a new classification of mammals. *Bulletin of the American Museum of the Natural History*, New York, 85(1/16): 1-350.

Simpson, G.G. 1948. The beginning of the age of mammals in South America. Part 1. Introduction, systematics: Marsupialia, Edentata, Condylarthra, Litopterna and Notioprogonia. *Bulletin of the American Museum of Natural History,* 91: 1-232.

Smith, J.B. & Dodson, P. 2003. A proposal for a standard terminology of anatomical notation and orientation in fossil vertebrate dentitions. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23(1): 1-12.

Soria, M.F. & Alvarenga, H.M.F. 1989. Nuevos restos de mamíferos de la Cuenca de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 61(2): 157-175.

Steiner, C.; Tilak, M; Douzery, E.J.P & CatzaXis, F.M. 2005. New DNA data from a transthyretin nuclear intron suggest an Oligocene to Miocene diversification of living South America opossums (Marsupialia: Didelphidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 35: 363–379.

Suguio, K. 1969. Contribuição à geologia da Bacia de Taubaté. *Bol. Esp. Fac. Fil. Ciênc. Letr*., São Paulo, 106p.

Szalay, F.S. 1994. *Evolutionary history of the marsupials and an analysis of osteological characters*. Cambridge University Press. 481p.

Tejedor, M. F.; Czaplewski, N.; Goin, F. J. & Aragón, E. 2005. Oldest South American bats. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 25(4): 990-993.

Travassos, H. & Silva Santos, R. 1955. Caracídeos fósseis da Bacia do Paraíba. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 27(3): 297-322.

Tufano, P.; Carvalho-Veiga, E. & Bernardes-de-Oliveira, M.E.C. 2009. Avanços no conhecimento das sucessões macroflorísticas paleógenas (Formação Tremembé) e neógena (Formação Pindamonhangaba) da Bacia de Taubaté, SP, Brasil. *In*: Paleo 2009 – Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia: Núcleo São Paulo, São Paulo, UNG. p29.

Ubilla, M. 2004. La Formación Fray Bentos (Oligoceno Tardío) y los mamíferos más antiguos de Uruguay. *In*: *Cuencas Sedimentarias de Uruguai, Capítulo IV*. p.83-104. Dirac. Faculdad de Ciencias.

van Valen, L. 1966. Deltatheridia, a new order of mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York, 132(1): 1-126.

Vicalvi, M.A. 1982. O primeiro registro de peixes fósseis na Formação Caçapava do Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 54(2): 351-354.

Villarroel, A.C. & Diaz, J.G. 1985. Un nuevo y singular representante de la familia Leontiniidae? (Notoungulata, Mammalia) en el Mioceno de La Venta, Colombia. *Geologia Norandina*, 9: 35-40.

Villarroel, A.C. & Danis, J.C. 1995. A new leontiniid notoungulate. *In*: Kay, R.F.; Madden, R.H.; Cifelli, R.L. & Flynn, J.J. (eds.). *Vertebrate Paleontology in the Neotropics – The Miocene fauna of La Venta, Colombia*. p.303-318. Washington, Smithsonian Institution Press.

Vizcaíno, S.F.; Milne, N. & Bargo, S. 2003. Limb reconstruction of *Eutatus seguini* (Mammalia: Xenarthra: Dasypodidae). Paleobiological implications. *Ameghiniana*, 40(1): 89-101.

Vucetich, M.G.; Souza Cunha, F.L. & Alvarenga, H.M.F. 1993. Un roedor Caviomorpha de la Formación Tremembé (Cuenca de Taubate), Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 65(3): 247-251.

Vucetich, M.G. & Ribeiro, A.M. 2003. A new and primitive rodent from the Tremembé Formation (Late Oligocene) of Brazil, with comments on the morphology of the lower premolars of caviomorph rodents. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 5: 73-82.

Walton, A. 1995. Rodents. *In*: Kay, R.F.; Madden, R.H.; Cifelli, R.L. & Flynn, J.J. (eds.). *Vertebrate Paleontology in the Neotropics – The Miocene Fauna of La Venta, Colombia*. p. 392-409. Washington, Smithsonian Institution Press.

Washburne, C.W. 1930. Petroleum geology of the State of São Paulo, Brazil. *Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo*, São Paulo, 22: 28.

Wichert, W.Q. 1974. *Contribuição ao estudo da Paleontologia da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado em Geociências. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 69p.

Wilson, G.P. & Riedel, J.A. 2010. New specimen reveals deltatheroidan affinities of the North American Late Cretaceous mammal *Nanocuris*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30(3): 872-884.

Wood, A.E. & Patterson, B. 1959. The rodents of the Deseadan Oligocene of Patagonia and the beginnings of South American rodent evolution. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 120(3): 282-422.

Woodward, A.S. 1898. Considerações sobre alguns peixes terciários dos schistos de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Museu Paulista*, 3: 63-70.

Yamamoto, I.J. 1995. *Palinologia das bacias tafrogênicas do Sudeste (Bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): análise bioestratigráfica integrada e interpretação paleoambiental.* Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP. 239p.